3.2018

ISSN 0044-3913

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

НОВИНКА

УЛЬТРАМАГ КОМБИ

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ МИКРОУДОБРЕНИЯ
ДЛЯ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК ДЛЯ ВСЕХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

ЭФФЕКТ ОЧЕВИДЕН!

ПОКРЫТИЕ – БОЛЬШЕ

ПРОНИКНОВЕНИЕ – БЫСТРЕЕ

ИСПАРЕНИЕ – МЕНЬШЕ

ТРАДИЦИОННЫЕ МИКРОУДОБРЕНИЯ

УЛЬТРАМАГ КОМБИ

РЕКЛАМА

УЛЬТРА питание иммунитет рост

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ
российский аргумент защиты

www. betaren.ru

Подробнее на стр. 34

Спирит®

эпоксиконазол, 160 г/л +
+ азоксистробин, 240 г/л

expectrum инновационные продукты

Двухкомпонентный системный фунгицид для защиты зерновых культур от листостебельных и колосовых инфекций, сои – от комплекса болезней

Позволяет максимально полно реализовать потенциал сорта. Исключительно эффективен против листостебельных инфекций и заболеваний колоса зерновых культур, многих болезней сои. Обладает физиологической активностью, способствующей продлению вегетации, повышению урожайности и устойчивости растений к стрессу. Проявляет пролонгированное профилактическое действие. Защищает растения от повторного заражения возбудителями аэрогенной инфекции до 4 недель. Содержит уникальную комбинацию двух действующих веществ из разных химических классов с различными механизмами действия.

АО Фирма «Август»
Центральный офис в Москве
129515, г. Москва, ул. Цандера, д. 6
Тел.: (495) 787-08-00
Факс: (495) 787-08-20

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

3.2018 АПРЕЛЬ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал входит в базу данных российских научных журналов *Russian Science Citation Index* на платформе *Web of Science*

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ПРИРОДОПОДОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / **NATURE-LIKETECHNOLOGIES**

В. И. Кирюшин. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России 3
V. I. Kiryushin. Tasks of Scientific and Innovative Support of Agriculture in Russia

ПЛОДОРОДИЕ / **FERTILITY**

Ю. В. Аксенова, А. А. Шпедт, В. М. Красницкий, А. Г. Шмидт. Оценка почвенных ресурсов Омской области 14
Yu. V. Aksenova, A. A. Shpedt, V. M. Krasnitskii, A. G. Shmidt. Assessment of Soil Resources in Omsk Region

М. А. Мазиров, Е. В. Шеин, А. В. Дембовецкий, А. И. Мади, А. И. Мартынов. Прогнозирование температуры почвы на различных глубинах 18
M. A. Mazirov, E. V. Shein, A. V. Dembovetsky, A. I. Madi, A. I. Martynov. Forecasting Soil Temperature at Various Depths

ПОЛЕВОДСТВО И ЛУГОВОДСТВО / **FIELD CROPS**

А. А. Муравьёв, А. Г. Демидова. Урожай и качество семян сортов сои в лесостепи ЦЧР на разноудобренных фонах 22
A. A. Murav'ev, A. G. Demidova. Yield and Grain Quality of Soybean Varieties in the Forest-Steppe of the Central Chernozem Region against Backgrounds with Different Fertilization

А.Э. Шабанов, А.И. Киселев, Л.С. Федотова, А.В. Митюшкин, Н.А. Тимошина. Урожайность и качество картофеля в зависимости от агроприемов выращивания 26
A.E. Shabanov, A.I. Kiselev, L.S. Fedotova, A.V. Mityushkin, N.A. Timoshina. Yield and Quality of Potato Depending on Cultivation Practices

Е. Н. Дьяченко, А. А. Разина, А. Т. Шевелев, О. Г. Дятлова. Технология комплексного применения удобрений, химических и биологических мелиорантов, средств защиты растений в плодосменном севообороте 28
E. N. Djachenko, A. A. Razina, A. T. Shevelev, O. G. Dyatlova. Technology of Complex Application of Fertilizers, Chemical And Biological Ameliorants, Plant Protection Means in a Crop Rotation

Основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии

ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:
С.А. Балюк, академик НААН Украины, доктор сельскохозяйственных наук
А.Н. Власенко, академик РАН и НА Монголии, доктор сельскохозяйственных наук
А.А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
А. Л. Иванов, академик РАН, доктор биологических наук
В.А. Иванов, почетный член редколлегии, главный редактор журнала «Земледелие» в 1978-2001 гг.
А.Н. Каштанов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
В.И. Кирюшин, академик РАН, доктор биологических наук
В.В. Коломейченко, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук
В.В. Кулинцев, доктор сельскохозяйственных наук
В.В. Лапа, академик НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук
М.А. Мазиров, доктор биологических наук
А.С. Сапаров, академик АСХН Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук
П.А. Чекмарев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
И.Ф. Храмцов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Р.Ф. Байбеков
ВЕРСТКА
Н.Ю. Луценко

КОНТАКТЫ:
Тел./факс: +7 916 241 63 43

E-mail: jurzemledelie@yandex.ru
www.jurzemledelie.ru

АДРЕС ДЛЯ ОТПРАВКИ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:
101000, г. Москва, Моспочтамт, а/я 629

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № 77-9212 от 27 июня 2001 г.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «МЕДИАКОЛОР» 105187, г. Москва, ул. Вольная, д. 28, строение 10
Тел.: +7 (495) 786-77-14

Подписано в печать 05.04.18
Формат 60×90 1/8.
Печать офсетная.
Печ.л. 6,0+0,5 вкл.
Заказ

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель. Перепечатка и любое воспроизведение материалов, опубликованных в журнале «Земледелие», возможны только с письменного разрешения редакции.

© “Земледелие”. 2018.

Журнал «Земледелие» включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов (Перечень ВАК), рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (по агрономии и лесному хозяйству, а также биологическим наукам).

Информация об опубликованных статьях поступает в систему Российского индекса научного цитирования.

Аннотации статей, ключевые слова, информация об авторах на русском и английском языках, а также полнотекстовые версии статей находятся в свободном доступе в Интернете на сайте www.jurzemledelie.ru

А. П. Березнёв, А. П. Томин, Н. А. Сидельников. Эффективность применения различных доз осадков сточных вод под многолетние травы используемых при озеленении городских территорий 31

A. P. Bereznev, A. P. Tomin, N. A. Sidelnikov. Efficiency of Different Doses of Sewage Sludge for Perennial Grasses Used in the Landscaping of Urban Territories

СОРТА И СЕМЕНА — **GRADES AND SEEDS**

Е. И. Малокостова. Основные направления селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость 37

E. I. Malokostova. Main Directions of Spring Wheat Breeding for Drought Resistance

П.В. Поползухин, П.Н. Николаев, Н.И. Аниськов, О.А. Юсова, И.В. Сафонова. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья 40

P. V. Popolzukhin, P. N. Nikolaev, N. I. Anis’kov, O. A. Yusova, I. V. Safonova. Evaluation of Productivity and Adaptive Properties of Spring Barley Varieties under Conditions of the Siberian Irtysh Region

А.Г. Ладухин. Минеральное питание сельскохозяйственных культур в системе природного круговорота веществ 44

A.G. Ladukhin. Mineral Nutrition of Crops in the System of the Natural Cycle of Matter

Уважаемые читатели!

В 2018 г. наш журнал будет, как и прежде, выходить 8 раз в год, в первый и второй месяцы каждого квартала. Наш подписной индекс в каталоге Роспечати 70329. Возможна подписка через редакцию как на бумажную, так и электронную версию журнала.

Напоминаем авторам, что формирование планов и подготовка номеров начинается заблаговременно. Редакция заключает договоры с научными организациями и учебными учреждениями на издательские услуги по публикации статей. Заявки на 2018 г. принимаются по электронной почте jurzemledelie@yandex.ru

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10301
УДК 631/635

Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России

В. И. КИРЮШИН, академик РАН, главный научный сотрудник (e-mail: vkiryushin@rambler.ru)
Почвенный институт им. В. В. Докучаева, Пыжевский пер. 7, стр. 2б, Москва, 119017, Российская Федерация

Перспектива развития земледелия связывается с решением задач эколого-экономической оптимизации сельскохозяйственного природопользования на основе предлагаемой конструктивно-биосферной парадигмы природопользования, которая предполагает сохранение биоразнообразия, создание новых видов, повышение продуктивности агробиоценозов, по сравнению с природными экосистемами, сохранение существующих и компенсацию утраченных экологических функций ландшафта. Основными механизмами реализации такой парадигмы представляются: развитие стратегического и территориального планирования и проектирования сельскохозяйственных ландшафтов с использованием предлагаемого инструментария ландшафтно-экологического планирования. На этой основе предлагается развитие методологии проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ). В плане развития инфраструктуры АЛСЗ ставятся задачи гармонизации земледелия и животноводства, формирования экологических каркасов территории, ландшафтно-экологического подхода к проектированию лесозащитных мероприятий. Рассматриваются проблемы экологизации систем обработки почвы и применения удобрений, интегрированной защиты растений, развития наукоемких агротехнологий, а также задачи управления продуктивностью агроценозов и почвенными процессами. Обосновывается необходимость технологической модернизации земледелия и разработки государственной программы.

Ключевые слова: *природопользование, адаптивно-ландшафтные системы земледелия, экологические функции ландшафта, стратегическое планирование, экологизация почвообработки, наукоемкие агротехнологии.*

Для цитирования: *Кирюшин В. И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3-8. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10301.*

Ландшафтно-экологическая оптимизация сельскохозяйственного природопользования как основа дальнейшего развития земледелия

Современное земледелие развивается в борьбе противоречий интенсификации и экологизации и в поиске компромисса между ними. Осознание угроз глобальной экологической катастрофы обусловило принятие в конце XX в. новой биосферной парадигмы природопльзования вместо антропоцентрической. Это произошло в 1992 г. на Международной конференции ООН в Рио-де-Жанейро, принявшей «Декларацию по окружающей среде и развитию» и программу перехода к устойчивому развитию под названием «Повестка на XXI век». Программа включала 17 целей, 169 задач и ряд показателей. Она была принята всеми странами и сыграла важную роль в осмыслении региональных экологических противоречий и катастроф, а также необходимости экологизации хозяйственной деятельности. На этой волне в России был взят курс на «создание (конструирование) экологически и экономически сбалансированных высокопродуктивных агроландшафтов», декларированный сессией Россельхозакадемии «Научное наследие В.В. Докучаева и современное земледелие» в том же 1992 г. В результате консолидации усилий НИИ и вузов были разработаны адаптивно-ландшафтные системы земледелия, прошедшие проверку в различных регионах страны.

При всем значении этих событий, судя по итогам юбилейных Международных саммитов в Йоханнесбурге в 2002 г. и в Рио-де-Жанейро в 2012 г., радикальных изменений по всем 17 целевым установкам не произошло. Экологическая обстановка в мире развивается в прежних трендах, во многих случаях переходя точки невозврата. Недвусмысленным сигналом экологического неблагополучия уже в глобальном масштабе стало изменение климата Земли. Назрела необходимость реальных преобразований природопользования. Очевидно, парадигма «устойчивого развития» с ее недостаточной определенностью требует конкретизации как по сути, так и по механизмам реализации. Суть ее заключена в основополагающих работах В.И. Вернадского и его последователей о коэволюции человека и биосферы.

Представляется, что современная биосферная парадигма природопользования должна стать конструктивно-биосферной с активным вкладом человека в сохранение биоразнообразия, создание новых видов, повышение продуктивности агробиоценозов, по сравнению с природными экосистемами, сохранение существующих и компенсацию утраченных экологических функций ландшафта.

Основными механизмами реализации этой парадигмы представляются следующие:

развитие территориального планирования на ландшафтно-экологической основе в системе стратегического планирования;

проектирование сельскохозяйственных ландшафтов (агроландшафтов, водохозяйственных, мелиоративных, сельских лесохозяйственных, селитебных и др.).

Для обеспечения ландшафтного планирования и проектирования требуется создание соответствующего инструментария, включающего агроэкологическую типологию и оценку земель, группировки экологических и социально-экономических функций ландшафта, методику структурно-функционального анализа. В первом приближении такая работа проведена [4]. Предложенная группировка экологических функций ландшафта включает следующие группы: биоценотические, экотопические, биоэкологические (биопродукционная, деструкционная, органоаккумулятивная, биогеохимическая, биопедоэкологическая), энергетические. При трансформации природных ландшафтов в сельскохозяйственные эти функции в той или иной мере трансформируются в социально-экономические: ресурсные, биопроизводственные, агропромышленные, санитарные, селитебные, рекреационные, природоохранные и др. В результате этого часть экологических функций утрачивается или сокращается. Соответственно, возникает необходимость их компенсации пу-

тем создания новых видов и сортов растений, интенсификации продукционных процессов, регулирования биологического круговорота веществ и режима органического вещества в агроэкосистемах, мелиоративных воздействий и других оптимизационных мер на основе новейших достижений научно-технического прогресса.

Развитие структуры адаптивно-ландшафтного земледелия

В рамках методологии ландшафтно-экологической оптимизации природопользования необходимо рассмотреть проблему дальнейшего развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ). К сожалению, на сегодняшний день темпы работ в этом направлении значительно снизились в связи с затянувшимся и неопределенным реформированием науки. Разрушена координация научных исследований. Заметно уменьшилась роль науки в решении актуальных задач производства. Усилились противоречия в толковании различных категорий и понятий земледелия, обозначаемых разнообразными терминами: энергосберегающие, ресурсосберегающие, экологические, точные, координатные и др.

В таких условиях чрезвычайно важно консолидировать усилия аграрно-научного сообщества на узловых вопросах научного обеспечения и обосновать создание научно-инновационных систем, включающих фундаментальные и прикладные исследования, иннвационные и прикладные технологии.

Базовая фундаментальная проблема развития адаптивно-ландшафтного земледелия лежит в поле перечисленных ранее задач по экологизации природопользования и заключается в создании ландшафтно-экологической структуры, обеспечивающей оптимальные условия энергомассопереноса, поддержание биоразнообразия и экологическую стабильность территории. Ее решение заключается в создании экологических каркасов территории (ЭКТ), максимально сопряженных с полевой инфраструктурой.

Как показывает мировой и отечественный опыт, достижение максимальной экологической стабильности территории возможно при такой организации ЭКТ, основу которой составляют базовые резерваты (заповедники, заказники, природные парки, леса первой и второй групп); связывающие их экологические коридоры (долины рек, полосные леса на водоразделах, зеленые коридоры транспортной инфраструктуры, защитные лесополосы); буферные зоны (водоохранные, санитарно-защитные зоны, охранные зоны водосборов); локальные элементы (места обитания ценных видов, энтомологические микрозаказники, изолированные территории с регламентированным природопользованием); территории восстановления природы (деградированные сельхозугодья, овражно-балочный комплекс). Особое природохранное и одновременно агрономическое значение имеет создание микроразмерных объектов охраны птиц, шмелей, пчел, полезных энтомофагов.

Важную роль в структуре ЭКТ играют защитные лесонасаждения. В этом отношении в стране имеется немалый опыт, в том числе и неблагополучный, связанный с шаблонами полезащитного лесоразведения, которые преобладали. Проектирование полезащитных насаждений безотносительно к рельефу часто приводило к развитию водной эрозии вдоль таких лесных полос на склонах вследствие таяния сугробов, образованию мочаров. В результате плохого ухода, загущения и зарастания они превращались в резерваты вредных организмов. Загущенные лесные полосы становились непродуваемыми и собирали сугробы вместо равномерного распределения снега на поле. Такие насаждения, почти повсеместно преобладающие, работают против земледелия. Требуется объективный анализ имеющегося опыта лесоразведения со времени сталинского плана преобразования природы и новейших достижений, с тем чтобы разработать новую методологию формирования лесных насаждений в системе ЭКТ. При этом приоритеты должны получить стокорегулирующие лесные полосы на пахотных склонах, прибалочные и приовражные, береговые, пескоукрепительные, приканальные, прифермские природоохранные защитные лесонасаждения [5]. Формирование ЭКТ должно быть тесно сопряжено с развитием полевой и сенокосно-пастбищной инфраструктуры (расположение, размеры и конфигурация полей и производственных участков, полосное размещение посевов, растительные кулисы и др.). В активном обороте не должно быть так называемых дестабилизирующих угодий, к которым относят пашню в современном землеустройстве. В процессе упорядочения землепользования целесообразно расширение ООПТ путем трансформации деградированных земель пашни, перелогов и залежей.

Структуру адаптивно-ландшафтного земледелия необходимо развивать в плане дальнейшей экологизации, в особенности, биологизации. Это предусматривает диверсификацию культур и севооборотов, повышение роли бобовых культур, расширение уплотнительных посевов, сокращение доли чистого пара в лесостепной зоне и исключение его в эрозионных ландшафтах. Проблема чистого пара не выходит из состояния перманентных дискуссий. Предпосылки его сокращения связаны с увеличением применения удобрении и гербицидов, мульчирующих обработок почвы и прямого посева. В зависимости от этого должны разрабатываться соответствующие нормативы.

Оптимизация структуры систем земледелия в большой мере зависит от их соотношения с животноводством, особенно скотоводством, потребности которого определяют долю кормовых культур, представляющих лучшие предшественники для зерновых, в севооборотах. К сожалению, в этом отношении сложилась крайне неблагоприятная ситуация. Большая часть животноводства сконцентрирована на крупных комплексах, где традиционный навоз превратился в отходы и возникла проблема утилизации стоков. Это результат так называемой индустриализации животноводства, начавшейся в 70-80 годах вопреки экологическим требованиям. С тех пор сооружение подобных предприятий, хотя и меньшего размера, не прекращалось, а в последние годы развивается в современных холдингах, которые возводят молочные комплексы на 3-5 тыс. гол. скота. Об экологических последствиях такого рода концентрации животноводства написано много. В этом отношении наглядным примером может служить мировой опыт, согласно которому в большинстве стран производство животноводческой продукции осуществляют малые и средние предприятия с численностью поголовья КРС преимущественно в пределах 50-120 голов. Таким образом, проблема гармонизации земледелия и животноводства требует научного решения и всестороннего экологического и социально-экономического обоснования.

Экологизация систем обработки почвы

В числе узловых проблем экологизации земледелия значительный приоритет имеет развитие минимизации обработки почвы и прямого посева. Оно отражает глобальную тенденцию. Главное достоинство прямого посева – создание мульчи из растительных остатков и измельченной соломы, которая подобно лесной подстилке или степному войлоку за-

щищает почву от деградации и чрезмерного испарения влаги. В России начало этому направлению было положено в 60-х годах разработкой почвозащитных плоскорезных систем обработки почвы. В дальнейшем для природных регионов страны были созданы комбинированные системы обработки с различной степенью минимизации. Сегодня наступил новый этап развития этого направления. В мире и в какой-то мере в России имеется определенный опыт разработки и освоения прямого посева, но он достаточно противоречив, поскольку использование такой технологии имеет и достоинства, и недостатки, которые по-разному проявляются в зависимости от агроэкологических условий. К основным достоинствам следует отнести предотвращение ветровой и, частично, водной эрозии, задержание снега стерней, уменьшение физического испарении влаги из почвы, уменьшение перегрева поверхности почвы, снижение потерь органического вещества и выделения CO_2, сокращение затрат средств, труда и времени на обработку почвы. Существенные недостатки – усиление дефицита минерального азота, повышение засоренности посевов, накопление фитопатогенов и, соответственно, повышенный расход пестицидов, невозможность внесения фосфорных и калийных удобрений, а также мелиорантов на оптимальную глубину. Очевидно, что для реализации преимуществ прямого посева необходимо устранить его недостатки. Исходно важно, чтобы равновесная плотность почв соответствовала оптимальной для определенных сельскохозяйственных культур. Это ограничивает спектр почв пригодных для прямого посева.

Таким образом, разработка проблемы прямого посева должна начинаться с создания группировки культур по отношению к плотности почвы. Особое внимание необходимо уделить изучению влияния мульчи на почвенные режимы. Преимущество прямого посева в урожайности может проявиться в основном благодаря сокращению потерь влаги на испарение в период от посева до кущения. Этому должно предшествовать более глубокое проникновение влаги зимних осадков, что возможно на хорошо оструктуренных почвах. На менее структурных глубина промачивания уменьшается. Соответственно, при нулевой обработке вследствие большего уплотнения почвы, чем после глубокой, запасы влаги становятся меньше, особенно в условиях повышенного поверхностного стока. Влага концентрируется в меньшем слое и быстрее испаряется. В таких случаях при отсутствии достаточной мульчи нулевая обработка всегда проигрывает глубокой. Очевидно, на почвах с повышенной уплотняемостью, а также на склонах определенное место займет периодическое глубокое рыхление с максимальным сохранением на поверхности мульчи (с использованием орудий со стойками СибИМЭ и др.). Для внесения больших доз удобрений с учетом последующих культур, идущих по прямому посеву, потребуется безотвальная обработка рыхлителями-удобрителями или даже периодическая вспашка. Очевидно, что оптимальные решения будут связаны с различным комбинациями, в том числе с применением полосных обработок (strip-till). Существует представление о широких перспективах постоянной нулевой обработки (no-till). Высказываются мнения о снижении засоренности посевов при длительном применении no-till, разуплотнении почвы, улучшении ее структурного состояния, но экспериментальные материалы не приводятся. В программе исследований по этой проблеме большое внимание должно быть уделено разработке известной гипотезы биологического саморыхления почвы при прямом посеве, изучению биогенности почв, имея в виду при этом влияние пестицидной нагрузки.

Удобрения как ключевой системообразующий фактор земледелия

Решение перечисленных задач сопряжено с применением минеральных и органических удобрений. Все элементы систем земледелия взаимодействуют с удобрениями, которые в большой мере определяют выбор севооборотов, сортов, систем обработки почвы, защиты растений и, таким образом, выступают в качестве важнейшего системообразующего фактора земледелия. Применением минеральных удобрений обусловлена возможность сокращения чистого пара, освоения почвозащитных систем обработки почвы, их минимизации, прямого посева. Необходимо расширение сети многофакторных полевых экспериментов по изучению этих связей с целью создания интегрирующих их математических моделей, на основе которых должны разрабатываться адаптивно-ландшафтные системы земледелия.

По достижении уровня обеспеченности пашни удобрениями, необходимого для оптимизации системы земледелия по экологическим и экономическим условиям, дальнейшее увеличение их применения может осуществляться в интенсивных и точных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в расчете на планируемую урожайность и заданное качество продукции. Развитие исследований в этом направлении должно сопровождаться разработкой нормативов окупаемости удобрений продукцией, что до сих пор было слабым местом.

Помимо ключевой роли в развитии сельскохозяйственного производства удобрения выступают как фактор экологической оптимизации природопользования, средство регулирования биологического круговорота в сельскохозяйственных ландшафтах. При его систематическом нарушении в условиях экстенсивного земледелия, преобладающего в стране, происходит истощение почв из-за отчуждения элементов питания растений, соответственно снижение продуктивности агроценозов, ухудшение структурного состояния и свойств почв вследствие уменьшения содержания лабильного органического вещества (так называемой «выпаханности») и далее развитие эрозии и других процессов деградации, которые усиливаются под влиянием интенсивной почвообработки и тяжелых машин. С этих позиций проблема использования органических и минеральных удобрений приобретает государственное природоохранное значение.

Важное место в проблеме регулирования биологического круговорота должно занять управление круговоротом веществ в системе «ферма – поле». Еще В.Р. Вильямс, один из основоположников учения о биологическом круговороте, обращал внимание на некомпенсируемое отчуждение элементов минерального питания с лугов и пастбищ в пользу полевых культур, под которые поступал навоз, отходы переработки свеклы и др. С годами истощение естественных кормовых угодий усиливалось, поскольку удобрения практически не применяли. Здесь уместно заметить, что в западноевропейских странах большая часть удобрений вносится под пастбища.

Ландшафтный подход к применению удобрений получил определенное, но недостаточное, развитие в адаптивно-ландшафтных системах земледелия. Наиболее узкое место – агрохимическая адаптация агроценозов к различным условиям геохимического стока и аккумуляции биогенных элементов. Геохимический аспект проблемы усиливают требования производства продукции, сбалансированной не только по традиционным технологическим показателям (содержание белка, крахмала и др.), но и по микроэлементному составу

с учетом дефицита или избытка минеральных элементов в различных геохимических провинциях. Для этого необходимо развитие биохимического районирования и агрохимического мониторинга.

Защита растений

Наиболее сложной проблемой современного земледелия представляется защита растений от сорняков, болезней и вредителей. Существующая так называемая интегрированная защита растений декларируется как комплекс организационно-хозяйственных, агротехнических, селекционных, механических, физических и других методов регулирования численности вредных организмов с учетом экономических порогов вредоносности. Причем важно подчеркнуть, что все элементы земледелия несут определенную нагрузку в этом отношении.

Предпосылки развития фитосанитарной ситуации в значительной мере определяют ландшафтно-экологические условия. В адаптивно-ландшафтном земледелии фитосанитарная функция обусловлена биоценотическими связями и формами взаимоотношений между организмами (симбиоз, хищничество, паразитизм и др.). Тактика регулирования направлена на ограничение или прерывание процессов размножения, выживания или трофических связей вредных организмов, а также на повышение выносливости и компенсаторных способностей растений при их повреждении биологическими стрессорами. Наиболее общая задача – создание сортов растений устойчивых к болезням и вредителям. Их доля в современной структуре посевных площадей в России значительно ниже, чем в развитых зарубежных странах. Важное направление биологической защиты полевых культур – охрана и активизация природных популяций энтомофагов. В агроценозах полевых культур обитает большое количество паразитов и хищников, а также полезных грибов и бактерий, которые выступают в роли естественных биологических регуляторов численности вредителей. Большой интерес представляет использование для борьбы с сорняками гербиофагов и микроорганизмов.

Наиболее узкое место в защите растений – химический метод, связанный с рисками загрязнения продукции и окружающей среды, которые реализуются при низкой культуре земледелия. В России уровень применения пестицидов существенно выше уровня земледельческой культуры и постоянно возрастает. Он может быть оправдан при освоении адаптивно-ландшафтных почвозащитных и интенсивных систем земледелия, предполагающих частичное сокращение чистых паров и более полное освоение почвозащитных систем обработки почвы и ее минимизации. Это касается прежде всего гербицидов, необходимых для преодоления возрастающей в этих случаях засоренности посевов. Разумеется, интенсивность их использования не должна превышать уровень применения удобрений для компенсации упомянутых ранее дефицитов. При существующем преимущественно экстенсивном земледелии подмена пестицидами агротехнических приемов как некая компенсация бесхозяйственности усугубляет ее последствия, когда деградация почв и ландшафтов сопровождается еще и загрязнением.

В число задач по оптимизации химического метода защиты растений входят: совершенствование ассортимента пестицидов и создание высокоэффективных препаратов в сочетании с малой опасностью для теплокровных и других организмов; развитие технологий применения пестицидов с использованием комбинированных препаратов; использование средств для ускорения деградации пестицидов в почве; совершенствование системы машин и оборудования для точного внесения; развитие фитосанитарной диагностики; автоматизация получения, обработки и передачи данных мониторинга и прогноза. Весьма актуальны задачи формирования фитосанитарных ГИС, использования космических средств диагностики, адресного применения гербицидов с помощью специальных датчиков плотности сорняков, устанавливаемых на опрыскивателях.

В последние годы фитопатологи и другие специалисты уделяют особое внимание диагностике почв, подверженных почвоутомлению, загрязнению пестицидами и другими токсикантами, а также способности их сопротивляться биологической деградации. В этой связи получила распространение категория «здоровья почвы». Одно из понятий здоровья включает биоразнообразие педоценоза, самоочищение, супрессию аборигенными микроорганизмами вредной биоты. Оно расширяется, дискутируется, неоднозначно воспринимается. Сам термин «здоровье» – медицинская метафора, применяемая к педосистеме. Представляется, что эта категория должна быть переосмыслена как биологическое состояние агросистемы, обусловленное экологическими (биоценотическими, биоэкологическими и др.) и социально-экономическими (фитосанитарными, санитарными и др.) функциями. Таким образом, вместо поиска показателей здоровья почвы, тем более универсальных, каковых просто не может быть, проблема сводится к идентификации и оценке соответствующих функций педосистем и агроценозов в целом. Эта проблема требует более активного участия почвоведов. Пока что в почвоведении биоэкологическая оценка почв не получила должного развития, хотя исследованиями известных почвоведов-биологов были созданы для этого необходимые предпосылки.

Специального внимания заслуживает проблема почвоутомления, изучение процессов накопления колинов и метаблитов токсичных микроорганизмов в результате бессменного и повторного возделывания полевых культур. Она «разбавлена» другими категориями (ухудшение физических и физико-химических свойств почв, истощение и др.) и потеряла определенность.

Развитие наукоемких агротехнологий

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия реализуются пакетами агротехнологий для разных природных и производственных условий, различных типов сортов сельскохозяйственных культур. При всей интегрированности в АЛСЗ агротехнологии имеют индивидуальное значение, определяемое особенностями сорта, – устойчивостью к неблагоприятным условиям, потенциальной продуктивностью, качеством продукции. Каждому типу сорта соответствует определенная система управления продукционным процессом и структурная модель агроценоза. Здесь смыкаются задачи селекции и технологии, которые необходимо интегрировать в программах НИР зональных научных учреждений. До сих пор это достигалось не всегда.

По фактору интенсивности определяют четыре категории технологий: экстенсивные, нормальные, интенсивные и точные (высокоинтенсивные). Они обусловлены рядом условий, начиная с биологических требований и потенциала сортов – соответственно толерантных, пластичных и интенсивных.

Экстенсивные агротехнологии ориентированы на использование естественного плодородия почв без применения удобрений или с очень ограниченным их применением. Помимо низкой продуктивности в них весьма ограничены возможности производства продукции оптимального качества. Экстенсивное земледелие

носит истощительный характер по отношению к почвам и разрушительный по отношению к ландшафтам. Этому способствует значительная доля чистого пара, интенсивная обработка отвальными орудиями, почвоутомление при повторных посевах. Современные экстенсивные агротехнологии с использованием тяжелой техники гораздо более разрушительны, чем примитивные их аналоги в прошлом. В связи с этим особую актуальность приобрела проблема идентификации деградирующих и деградированных земель, разработки ограничений их использования и консервации. Для чего потребуется специальная программа.

Нормальные агротехнологии ориентированы на экологическую стабилизацию агроландшафтов и почв с максимальным освоением почвозащитных элементов, обеспечением бездефицитного или близкого к нему баланса углерода и питательных веществ, повышением окультуренности почв и качества продукции. Требуется совершенствование таких технологий по всем направлениям применительно к различным агроэкологическим группам земель. В первую очередь это относится к луговым и лугово-черноземным почвам степной и лесостепной зон, роль которых в земледелии недооценена. Необходимо разработать их группировки по уровню залегания грунтовых вод, используемых растениями, и другим агроэкологическим условиям.

Необходимо создание пакетов агротехнологий для различных подгрупп и видов эрозионных земель. Нужна новая стратегия использования солонцовых и засоленных земель с учетом прошлых попыток их освоения и, соответственно, формирования наборов агротехнологий, отвечающих современным экономическим условиям.

Большой качественный скачек в развитии земледелия связан с освоением интенсивных агротехнологий. Они рассчитаны на формирование планируемого урожая высокого качества интенсивных сортов растений в системе непрерывного управления продукционным процессом по микропериодам органогенеза с использование технологической колеи. При этом, наряду с регулированием фитоценозов, решаются задачи оптимизации почвенных условий. Применение интенсивных агротехнологий целесообразно только на благополучных природных или на мелиорированных, в достаточной степени окультуренных, почвах. При этом высокая степень окультуривания, например, дерново-подзолистых почв, должна относиться не только к пахотному, но и к подпахотному слою. Поддержание почвенного плодородия должно осуществляться в первую очередь за счет поступления растительных остатков высокого урожая, а также уплотнительных посевов, внесения органических удобрений. Поступление лабильного органического вещества в почву должно быть соизмеримо с его поступлением в естественных биогеоценозах. Совершенствование интенсивных агротехнологий связано с развитием прецизионных средств посева, ухода за посевами, уборки урожая.

Современный качественный скачек в развитии интенсивных агротехнологий связан с новыми этапами мировой агротехнологической революции – информатизационным и трансгенным. Развиваемые в этой связи высокоинтенсивные или точные агротехнологии ориентированы на максимальное использование генетического потенциала высокоинтенсивных, в том числе трансгенных, сортов сельскохозяйственных культур; производство продукции заданного качества, в том числе по элементному (микроэлементному) составу, при минимальных экологических рисках с применением прецизионных методов управления агроценозами. Такие технологии отличаются широким использованием современных электронных средств информатизации, геоинформационных и космических систем, космических методов диагностики посевов и дистанционных средств управления ими в изменяющихся режимах. Эти средства активно развиваются сегодня в различных институтах и компаниях. Такая работа требует координации и консолидации. При всей важности, к ней не следует сводить сущность точного земледелия, например, под рубрикой «координатное земледелие» и др. Дальнейшее развитие точных агротехнологий связано с экологизацией и биологизацией, в особенности с созданием новых сортов, в том числе трансгенных, и использованием биопрепаратов, способных заменить в той или иной мере химические средства защиты растений, обеспечить интенсивную азотфиксацию и мобилизацию минеральных элементов питания из труднодоступных соединений, регулирование роста и развития растений.

Для разработки агротехнологий различного уровня интенсификации необходимо развитие системы многофакторных полевых экспериментов по выявлению потенциала продуктивности и обоснованию технологических решений по условиям экономичности и энергозатратности для различных уровней интенсификации. Это позволит преодолеть всевозможные упрощенчества под названием «энергосберегающие», «ресурсосберегающие» и др.

Почвенно-экологические проблемы земледелия

Помимо перечисленных задач по управлению определенными почвенными процессами по мере интенсификации и экологизации земледелия расширяются требования к изучению почв и почвенного покрова с точки зрении оценки их плодородия, потенциальной продуктивности, экологической устойчивости. Современное понятие плодородия почвы все больше соотносится с представлением о плодородии биосферы, высказанным еще В.В. Вернадским. Вклад почвы в эту категорию, помимо прямого обеспечения элементами питания, связан с трансформацией и перераспределением космических факторов жизни растений. В этой связи плодородие представляется как совокупность экологических и социально-экономических функций почв, сопряженных с определенными функциями биосферы.

Для регулирования энергомассопереноса в агроландшафтах необходимо изучение почвенно-ландшафтных связей и взаимодействия почв с различными экологческими условиями. Поэтому требуется развитие факторной классификации почв как основы ландшафтно-экологической классификации земель. В последние годы усилился интерес к цифровому прогнозному почвенному картографированию, алгоритм которого сформулировал еще В.В. Докучаев, который писал: «Всякая почва всегда и всюду является простой функцией от почвообразователей .... Если мы вполне изучим эти факторы, то уже наперед можно предсказать, какова должна быть и самая почва» [2]. Появились модели эмпирического количественного описания взаимосвязей между почвой и пространственно распространенными предикаторами [6]. Эта работа требует активного развития.

Весьма актуальна разработка агроэкологической классификации почвообразующих пород, классификации почв на древних и двучленных породах, классификации почв по термическому режиму, диагностики и оценки почв по гидрогеологическим условиям и гидроморфизму.

Особое внимание привлекает проблема гидроморфизма черноземов, в частности, значительно более широкое распространение лугово-

черноземных и луговых почв, чем это показано на соответствующих почвенных картах. Необходима организация соответствующих изысканий и проектирования адекватных систем земледелия, поскольку эти почвы сильно отличаются от зональных черноземов по характеру использования. В связи с тем, что на луговых и лугово-черноземных почвах растения получают дополнительное грунтовое увлажнение, следует разработать их группировку по глубине используемых грунтовых вод.

Значительного усиления требуют исследования по структурообразованию и связанными с ним процессами трансформации лабильного органического вещества.

В плане развития учения о структуре почвенного покрова, которое лежит в основе диагностики видов земель, предстоит совершенствование агроэкологической классификации микроструктур почвенного покрова и критериев оценки их сложности и контрастности.

Ближайшие научно-организационные задачи

Ориентируясь на перспективные проблемы развития земледелия, весьма важно обосновать современные актуальные задачи, в особенности технологической модернизации земледелия и в целом сельского хозяйства. Необходимо разработать специальную государственную программу, для которой имеются научные и материально-технические предпосылки. Это непростая задача, поскольку она связана с преодолением последствий аграрной реформы и других противоречий [3]. Непременные условия модернизации – упорядочение землепользования, земельных отношений, земельного рынка, развитие благоприятной социальной среды, создание оптимальных экономических отношении (фермеризация, кооперация). Необходимое условие модернизации земледелия – подготовка агрономов-технологов. Для этого требуется серьезное обновление образовательных программ, в которых должны концентрироваться научные достижения НИИ и университетов, для чего необходима соответствующая интеграция научной и учебной деятельности тех и других. Кроме того, необходимым условием служит создание научно-учебно-производственной базы вместо утраченных учебно-производственных и опытных хозяйств.

Такое многообразие задач требует консолидации и координации научно-инновационной деятельности, а в дальнейшем создания отраслевых инновационных систем.

На современном этапе чрезвычайно важно обеспечить разработку проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия и наукоемких агротехнологий для сельскохозяйственных предприятий на основе существующих методических рекомендаций. Опыт такой работы имеется в ряде регионов, для некоторых подготовлены методические руководства в виде обширных монографий. Для развития проектно-изыскательских работ целесообразно разработать региональные геоинформационные системы по агроэкологической оценке и проектированию АЛСЗ. На сегодняшний день почвенно-ландшафтные изыскания проводят научные учреждения, вузы, агрохимические центры. Для развития этих работ, как и многих других (упорядочение землепользования, инвентаризация земель, агроэкологический мониторинг и др.), назрела острая необходимость создания государственной земельной службы.

Не менее важна задача организации освоения проектов АЛСЗ и перспективных агротехнологий. Россия – единственная страна в мире, не имеющая в сельском хозяйстве сколько-нибудь развитой системы освоения достижений научно-технического прогресса, не говоря уже о государственной службе типа американской Extention service. Перманентная традиция возлагать на ученых внедрение никогда не давала масштабного эффекта, в то же время отвлекала от научной деятельности. Для освоения современных агротехнологий требуется создание системы инновационных центров при научных учреждениях и вузах, в которых должна осуществляться демонстрация агротехнологий, обучение специалистов в полевых условиях, консультации, сертификация специалистов.

С учетом изложенного разработана «Программа научно-инновационного обеспечения земледелия России», основные положения которой представлены в этом номере журнала.

Литература.

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 784 с.

2. Докучаев В. В. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Отчет Нижегородскому губернскому земству. Вып.1. СПб.: Типография Евдокимова, 1886, 391 с.

3. Анализ земельной реформы и агропромышленного производства за четверть века. Почвенно-экологические, технологические институциональные и инфраструктурные аспекты модернизации. Земельная служба (доклад) / А. Л. Иванов, В. И. Кирюшин, Э. Н. Молчанов и др. М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева. 2016. 93 с.

4. Кирюшин В.И. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов. СПб.: ООО «Квадро», 2018. 568 с.

5. Кулик К. Н. Эффективные технологии формирования агролесоландшафтов // Проблемы интенсификации и экологизации земледелия России. Сборник материалов научной сессии Россельхозакадемии (13-15 июля 2006 г) М.: 2006. С. 124–137.

6. Bratney A. B., Mendosa Santos M. L., Minashy B. On digital soil mapping // Geoderma. 2003. V. 117. № 1-2. Pp. 52.

Tasks of Scientific and Innovative Support of Agriculture in Russia

V. I. Kiryushin
V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Pyzhevskii per. 7, str. 2b, Moskva, 119017, Russian Federation

Abstract. *The prospect of agriculture development is associated with the solution of the tasks of ecological and economic optimization of agricultural nature management on the basis of the proposed constructive biosphere nature management paradigm. It supposes the conservation of biodiversity, the development of new species, the increase in the productivity of agrobiocenoses, in comparison with natural ecosystems, the preservation of existing and compensation for the lost ecological functions of the landscape. The main mechanism for implementing such a paradigm is the development of strategic and spatial planning and design of agricultural landscapes using the proposed tools for landscape and environmental planning. On this basis, the development of a methodology for the design of adaptive-landscape systems of agriculture (ALSA) is proposed. In terms of infrastructure development, ALSA put the problem of harmonization of agriculture and animal husbandry, the formation of an ecological skeleton of the territory, the landscape-ecological approach to the design of forest protection activities. The problems of ecologization of tillage systems and fertilizer use, integrated plant protection, the development of high agricultural technologies, as well as tasks of management of agrocenosis productivity and soil processes are under consideration. The necessity of technological modernization of agriculture and the development of the state program is substantiated.*

Keywords: *nature management; adaptive-landscape farming systems; ecological functions of a landscape; strategic planning; ecologization of soil cultivation; science-intensive agrotechnologies.*

Author Details: *V. I. Kiryushin, member of the RAS, chief research fellow (e-mail: vkiryushin@rambler.ru).*

For citation: *Kiryushin V. I. Tasks of Scientific and Innovative Support of Agriculture in Russia. Zemledelie. 2018. No. 3. Pp. 3-8 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10301.*

Программа научно-инновационного обеспечения земледелия России (основные положения)

1. Эколого-экономическая оптимизация сельскохозяйственного природопользования как условие развития адаптивно-ландшафтного земледелия.

1.1. Экологические предпосылки оптимизации сельскохозяйственного природопользования и формирование систем земледелия.

1.1.1. Противоречия интенсификации и экологизации земледелия и компромиссы. Анализ достижений и последствий мировой агротехнологической революции.

1.1.2. Современная парадигма природопользования (sustainable development), анализ международных программ по ее реализации.

1.1.3. Развитие конструктивно-биосферной идеологии природопользования с активным вкладом человека в сохранение и повышение биоразнообразия и увеличение продуктивности биосферы (коэволюция).

1.2. Социально-экономические предпосылки развития земледелия.

1.2.1. Стратегическое и территориальное планирование сельскохозяйственного природопользования.

1.2.2. Обоснование компромиссных решений землепользования на основе анализа противоречий между экологическими, экономическими, социальными, технологическими условиями и интересами землепользователей, разработка методов согласования их интересов с учетом возможных альтернатив развития территории.

1.2.3. Обоснование специализации земледелия с учетом рационального межрегионального обмена.

1.2.4. Организационно-экономический механизм формирования инновационной инфраструктуры земледелия.

1.3. Теоретические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов – агроландшафтов, водохозяйственных, мелиоративных, сельских лесохозяйственных, агропромышленных и других.

2. Развитие методологии проектирования агроландшафтов и систем земледелия на ландшафтно-экологической основе.

2.1. Развитие учения о функциях ландшафтов как основы территориального планирования и проектирования.

2.1.1. Экологические функции ландшафтов, их идентификация, оценка и группировка.

2.1.1.1. Биоценотические функции (самоорганизации, саморегулирования, устойчивости, конкуренции, симбиоза), их оценка и использование в сельскохозяйственном природопользовании.

2.1.1.2. Развитие симбиотической парадигмы эволюции.

2.1.1.3. Оценка и сохранение генетического, видового и экосистемного разнообразия в сельскохозяйственном природопользовании.

2.1.1.4. Биоэкологические и биогеохимические функции.

2.1.1.4.1. Развитие представлений о биопродукционной функции ландшафтов как базовой функции биосферы.

2.1.1.4.2. Создание банков данных первичной продукции для различных биогеоценозов и агробиогеоценозов.

2.1.1.4.3. Изучение механизмов деструкционных и органо-аккумулятивных функций ландшафтов и агроландшафтов.

2.1.1.4.4. Изучение влияния биоэкологических и биохимических функций ландшафтов и агроландшафтов на газовый режим атмосферы и климатические функции.

2.1.1.4.5. Оценка биологического круговорота веществ в масштабе сельскохозяйственного природопользования.

2.1.1.4.6. Закономерности изменения экологических функций природных ландшафтов в результате их трансформации в сельскохозяйственные ландшафты.

2.1.2. Формирование социально-экономических функций сельскохозяйственных ландшафтов.

2.1.2.1. Разработка нормативов сокращения экологических функций при формировании ресурсных, агробиоценотических, агропромышленных и других социально-экономических функций.

2.1.2.2. Разработка методологии компенсации утраченных экологических функций путем создания новых видов растений и продуктивных сортов, интенсификации продукционных процессов и регулирования деструкционных и других функций.

2.2. Развитие инструментария территориального планирования и проектирования на ландшафтно-экологической основе.

2.2.1. Разработка методологии структурно-функционального анализа ландшафта.

2.2.2. Разработка алгоритмов проектирования различных сельскохозяйственных ландшафтов.

3. Развитие системы экологической оценки земель для проектирования сельскохозяйственных ландшафтов.

3.1. Совершенствование природно-сельскохозяйственного районирования, разработка системы ландшафтно-экологического районирования.

3.2. Разработка ландшафтно-экологической группировки земель в разрезе зональных провинций.

3.3. Развитие ландшафтно-экологического анализа территории для планирования и проектирования сельскохозяйственных ландшафтов.

3.3.1. Совершенствование системы оценки рельефа.

3.3.2. Разработка агроэкологической классификации почвообразующих пород.

3.3.3. Система оценки агроклиматических условий, оценка мезо- и микроклимата в сложных ландшафтах.

3.3.4. Разработка систем оценки гидрологических и гидрогеологических условий для проектирования сельскохозяйственных ландшафтов. Группировка почв по глубине грунтовых вод, доступных для использования растениям.

3.3.5. Идентификация и оценка геохимической структуры ландшафта, выявление ареалов рассеяния элементов, геохимических аномалий.

3.3.6. Оценка загрязнения почв и ландшафтов радионуклидами и другими токсикантами.

3.3.7. Разработка агроэкологической классификации структур почвенного покрова и критериев оценки их сложности и контрастности.

3.3.8. Биоэкологический анализ территории.

3.3.8.1. Оценка биоразнообразия.

3.3.8.2. Оценка биотического потенциала ландшафта.

3.3.8.3. Оценка биоэкологического состояния почв.

3.3.9. Система оценки фитосанитарного и санитарного состояния агроландшафтов

3.3.10. Оценка экологической устойчивости ландшафтов.

3.3.11. Оценка устойчивости агроландшафтов.

3.4. Почвенно-ландшафтное картографирование, развитие цифровой картографии.

3.5. Формирование ГИС агроэкологической оценки земель для проектирования сельскохозяйственных ландшафтов.

3.6. Развитие дистанционных методов исследований поверхности Земли и подпочвенного зондирования.

3.7. Методика определения потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур для различных видов земель при разных уровнях интенсификации земледелия.

3.8. Разработка методики инвентаризации земель.

3.9. Совершенствование агроэкологического мониторинга земель.

4. Развитие структуры адаптивно-ландшафтного земледелия.

4.1. Формирование экологического каркаса территории. Гармонизация экологических сетей и инфраструктуры агроландшафтов.

4.1.1. Пространственная иерархия экологических каркасов на глобальном (экосети), региональном (национальном) и локальном уровнях.

4.1.2. Функции и структура экологических каркасов территории (базовые резерваты, экологические коридоры, буферные зоны, территории восстановления природы, локальные элементы).

4.1.3. Создание рефугиумов и их значение.

4.1.4. Ландшафтно-экологический подход к созданию лесонасаждений.

4.1.5. Негативные последствия шаблонов полезащитного лесоразведения.

4.1.6. Роль природных и восстановленных степей в экологизации природопользования.

4.2. Гармонизация земледелия и животноводства.

4.2.1. Рациональное размещение и экологизация животноводства.

4.2.2. Разработка методологии проектирования животноводческих ландшафтов.

4.2.3. Кормопроизводство как связующее звено между растениеводством и животноводством в адаптивно-ландшафтных системах земледелия.

4.2.4. Оптимизация круговорота веществ в животноводческих ландшафтах и агроландшатах, в системе ферма – поле.

4.3. Усиление адаптационных мер по повышения устойчивости земледелия к потеплению и колебаниям климата.

4.3.1. Создание сортов растений устойчивых к засухе и другим неблагоприятным условиям. Расширение спектра сортов в соответствии с разнообразием климатических условий.

4.3.2. Изучение природы климатических стрессов растений и повышение их устойчивости к высоким и низким температурам, засухам, солонцеватости, засоленности почв и другим неблагоприятным условиям.

4.3.3. Реакция растений на повышение содержания CO_2 в атмосфере.

4.3.4. Влияние потепления климата на фитосанитарную ситуацию и ее регулирование. Прогнозы.

4.3.5. Развитие теории экологических, в том числе климатических рисков и методов технологической адаптации к ним.

4.4. Развитие системы агроэкологической оценки и группировки сельскохозяйственных культур по их биологическим требованиям и воздействию на окружающую среду.

4.5. Оптимизация соотношения угодий, структуры посевных площадей, систем севооборотов, сенокосопастбищеоборотов.

4.5.1. Диверсификация культур и севооборотов, повышение роли бобовых культур и многолетних трав.

4.5.2. Обоснование взаимозаменяемости функций севооборотов, обработки почвы, удобрений и средств защиты растений при формировании специализированных севооборотов.

4.5.3. Профилактика почвоутомления как незаменимая функция севооборота.

4.5.4. Уплотнительные посевы как фактор биологизации земледелия.

4.5.5. Проблема чистого пара в современном земледелии, мотивы сокращения.

5. Экологизация систем обработки почвы.

5.1. Минимизация обработки почвы и прямой посев как глобальная тенденция. Новый этап совершенствования систем обработки почвы в России.

5.2. Обоснование роли различных приемов и их комбинаций в региональных системах обработки почвы. Приоритет мульчирующих систем как фактор экологизации земледелия.

5.3. Влияние мульчи из растительных остатков и измельченной соломы на температурный и водный режимы, структурное состояние почвы, биогенность, биологическую активность и азотный режим. Длительность сохранения мульчи, скорость ее разложения в различных условиях.

5.4. Разработка группировки полевых культур по отношению к плотности почвы и структурному состоянию.

5.5. Разработка группировки земель по пригодности для прямого посева.

5.6. Изучение влияния минимизации обработки почвы и прямого посева на структурное состояние почв, водный режим агроценоза, фитосанитарное состояние посевов, режим элементов питания, биогенность и биологическую активность почвы.

5.7. Разработка агротребований к технологиям прямого посева, различным его комбинациям (strip-till и др.) и посевным комплексам.

5.8. Создание регистра машин для прямого посева с различными рабочими органами (дисковыми, анкерными, комбинированными и др) с оценкой их пригодности для использования в различных экологических условиях.

5.9. Регулирование режима минеральных элементов в агроценозах при прямом посеве.

5.10. Обобщение опыта почвообработки и составление научно обоснованных рекомендаций по системам обработки почвы в зонально-провинциальном аспекте.

6. Применение удобрений как определяющее условие развития земледелия и оптимизации природопользования.

6.1. Методология регулирования круговорота веществ в агроландшафтах в зональном и провинциальном аспектах. Развитие агрохимического мониторинга.

6.2. Минеральные удобрения как системообразующий фактор оптимизации систем земледелия, их роль в построении севооборотов, минимизации обработки почвы, выборе норм высева семян и сроков посева.

6.3. Задачи регулирования минерального питания растений в агроценозах.

6.3.1. Изучение генотипических механизмов минерального питания растений, в том числе трансгенных сортов.

6.3.2. Совершенствование методов почвенно-растительной диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур.

6.3.3. Совершенствование расчета доз удобрений на основе обобщения данных полевых опытов. Развитие системы многофакторных полевых экспериментов.

6.3.4. Совершенствование способов внесения удобрений при минимизации обработки почвы и прямом посеве.

6.3.5. Составление регистров машин, орудий, посевных комплексов

для внесения минеральных удобрений.

6.3.6. Развитие дистанционных методов и средств управления продукционным процессом сельскохозяйственных культур с использованием минеральных удобрений и других средств в изменяющихся режимах.

6.3.7. Оптимизация применения органических удобрений.

6.3.7.1. Анализ состояния проблемы утилизации отходов животноводства.

6.3.7.2. Создание новых технологий и технических средств уборки, переработки, использования навоза и животноводческих стоков.

6.3.7.3. Анализ и оценка технологий органического земледелия.

6.3.8. Разработка научно обоснованных нормативов окупаемости удобрений продукцией.

7. Развитие интегрированной защиты растений от вредных организмов.

7.1. Создание сортов, устойчивых к болезням и вредителям.

7.2. Использование биоценотических связей для регулирования численности вредных организмов в экотонах, роль экологических каркасов территории.

7.3. Культивирование энтомофагов и орнитофауны для регулирования вредителей.

7.4. Создание новых методов фитосанитарной диагностики и определения численности вредных и полезных организмов с целью прогноза и предотвращения чрезвычайных фитосанитарных ситуаций с использованием информационных, коммуникационных технологий и компьютерных программ.

7.5. Создание биологических средств защиты растений узкоспециализированного действия.

7.6. Повышение точности внесения пестицидов в изменяющемся режиме с использованием сканирования посевов.

7.7. Создание пестицидов с короткими сроками разложения.

8. Развитие наукоемких агротехнологий в адаптивно-ландшафтных системах земледелия.

8.1. Создание пакетов технологий возделывания полевых культур в соответствии с различными агроэкологическими условиями, уровнями интенсификации и хозяйственными укладами.

8.2. Создание сортов и технологий, обеспечивающих заданное качество продукции по всем показателям, включая микроэлементный состав.

8.3. Биологизация агротехнологий: использование симбиотических и конкурентных взаимодействий в агроценозах и смежных природных экосистемах; использование биопрепаратов, мобилизующих элементы питания растений из малодоступных форм; применение биопрепаратов против вредных организмов и активных штаммов микроорганизмов, разлагающих пестициды и другие токсиканты.

8.4. Совершенствование дистанционных методов управления технологическими операциями.

8.5. Навигационное оборудование для точного земледелия.

8.6. Разработка эффективных региональных технологий первичного и промышленного семеноводства, обеспечивающих выход высококачественных семян, ускоренное освоение новых сортов и гибридов в производстве.

8.7. Обоснование системы машин для адаптивно-ландшафтного земледелия, агротребований к новым машинам.

8.8. Создание федеральных и региональных регистров агротехнологий и машин.

8.9. Создание систем мониторинга и контроля агротехнологий в сельскохозяйственных предприятиях. Введение в практику электронной книги истории полей.

9. Оценка почв и управление плодородием почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия.

9.1. Развитие понятия почвенного плодородия с позиций биосферных функций.

9.2. Совершенствование факторной классификации почв как основы ландшафтно-экологической классификации земель.

9.3. Развитие цифрового прогнозного почвенного картографирования.

9.4. Разработка классификации почв на древних и двучленных породах.

9.5. Разработка классификации почв по термическому режиму (признакам его проявления).

9.6. Совершенствование диагностики почв по гидрогеологическому режиму.

9.7. Проблема гидроморфизма черноземов и использования луговочерноземных и черноземно-луговых почв.

9.8. Оптимизация режима органического вещества почв в агроландшафтах.

9.8.1. Современные оценки изменения гумусового состояния почв в различных системах земледелия.

9.8.2. Функции лабильного органического вещества почв (ЛОВ), его режимы в АЛСЗ в различных агроэкологических условиях.

9.8.3. Влияние ЛОВ на структурное состояние почв.

9.8.4. Обоснование оптимального содержания ЛОВ в агроценозах.

9.8.5. Оценка предшественников севооборота по содержанию ЛОВ. Корректировка севооборотов с учетом оптимизации содержания ЛОВ в почве.

9.8.6. Определение минимального содержания ЛОВ, обусловливающего состояние выпаханности.

9.8.7. Оптимизация размещения ЛОВ в пахотном слое.

9.9. Проблема биогенности почв в земледелии.

9.9.1. Роль нано-, микро- и мезофауны в трансформации растительных остатков и формировании почвенной структуры в различных агроценозах в зонально-провинциальном аспекте.

9.9.2. Влияние агрохимических средств на численность и активность почвенной фауны в различных агротехнологиях.

9.9.3. Проверка гипотезы биологического саморыхления почвы при прямом посеве.

9.10. Развитие представлений о биологической и физиологической активности почв.

9.10.1. Критерии способности почв к самоочищению от вредных организмов.

9.10.2. Механизмы взаимодействия фитоценозов и микробиоценозов в педосистемах. Разработка путей практического использования генетических резервов взаимодействия растений и микроорганизмов в агроценозах.

9.10.3. Разработка показателей биоэкологического состояния почв и шкалы биодеградации почв («здоровье почвы»).

9.10.4. Оценка роли биологического азота в питании растений и его вклад в формирование урожайности и качества продукции.

9.10.5. Оптимизация основных факторов среды для реализации потенциальной азотфиксирующей способности симбиотических и ассоциативных систем (наличие в почве лабильного органического вещества, реакция почвенного раствора и т.д.). Определение размеров фиксации азота воздуха в зависимости от экологических и хозяйственных условий.

9.10.6. Создание новых биологических препаратов на основе свободноживущих, ассоциативных, симбиотрофных азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий, а также препаратов бинарного действия на основе сочетания различных микроорганизмов.

9.11. Окультуривание подзолистых, дерново-подзолистых, светлосерых и других бедных почв.

9.11.1. Обоснование параметров оптимального гумусового состояния, pH и агрономических свойств почв.

9.11.2. Обоснование глубины окультуривания и степени окультуривания, обеспечивающих применение интенсивных агротехнологий.

9.12. Регулирование физических режимов почв в АЛСЗ.

9.12.1. Обоснование оптимального физического состояния почв для нормальных и интенсивных агротехнологий (плотность, структурное состояние, пористость).

9.12.2. Разработка агротребований к машинам и орудиям по условиям нагрузки на почву.

9.13. Проблемы деградации почв и агроландшафтов.

9.13.1. Развитие системы оценки деградации почв с позиций сокращения их экологических и социально-экономических функций.

9.13.2. Задачи инвентаризации деградированных земель, разработка их статуса, трансформации в соответствующие угодья и ЭКТ.

10. Развитие мелиораций в адаптивно-ландшафтных системах земледелия.

10.1. Гидротехнические мелиорации как составная часть АЛСЗ.

10.2. Методология проектирования мелиоративных ландшафтов в системе водохозяйственных ландшафтов и агроландшафтов.

10.3. Развитие бассейновой концепции регулирования гидрологических и гидрогеологических функций ландшафта.

10.4. Оптимизация структуры водного баланса водосбора с учетом водопотребления и экологического стока реки, обеспечивающего сохранение устойчивости водной экосистемы.

10.5. Разработка методологии проектирования противоэрозионных мелиораций с учетом позиционно-динамической, парагенетической и бассейновой структур ландшафта

11. Разработка математических моделей адаптивно-ландшафтного земледелия применительно агроэкологическим группам земель в зонально-провинциальном аспекте.

11.1. Разработка систем многофакторного полевого экспериментирования для изучения взаимодействия элементов земледелия, агроэкологических условий и факторов интенсификации.

11.2. Создание математического аппарата моделирования АЛСЗ на основе экспериментальных данных.

12. Создание региональных ГИС агроэкологической оценки земель и проектирования АЛСЗ.

13. Обоснование технологической модернизации земледелия как приоритетной задачи государственной аграрной политики.

13.1.Подготовка Федерального закона «О технологической модернизации земледелия».

13.2. Разработка федеральной целевой программы «Технологическая модернизации земледелия»

13.3. Формирование нормативной базы технологической модернизации земледелия.

13.4. Обоснование нормативных документов и регламентов экономического стимулирования преобразований.

Кирюшин Валерий Иванович – академик РАН, главный научный сотрудник Почвенного института им. В.В. Докучаева
E-mail: vkiryushin@rambler.ru

Ранний контроль сорняков в посевах кукурузы

За последние несколько лет наблюдается увеличение интенсивности возделывания кукурузы в России. Происходит рост уровня урожайности культуры в среднем по регионам. Это происходит за счет потребности животноводческой отрасли в зерне кукурузы и нарастании экспортных возможностей культуры.

Компания «Сингента» является новатором в системе защиты кукурузы и предлагает новые решения для контроля различных видов сорняков начиная с довсходового периода и до фазы 7–8 листьев культуры, а в отдельных случаях и в более поздние фазы может подсказать индивидуальное решение.

Компания «Сингента» предлагает эффективную систему защиты кукурузы в ранний период развития (Early Season Weed Control – ESWC). Применение гербицида ЛЮМАКС® в начале вегетации культуры увеличивает ее конкурентоспособность за свет, влагу, зону питания. В итоге реализуется генетический потенциал кукурузы: в среднем сохранение урожая превышает 20 %.

Системный гербицид почвенного и листового действия ЛЮМАКС® имеет в составе три действующих вещества (375 г/л С-метолахлор + 125 г/л тербутилазин + 37,5 г/л мезотрион). Комбинация действующих веществ разных химических классов обеспечивает высокую эффективность каждого компонента. С-метолахлор работает против однолетних злаковых сорняков и некоторых двудольных; тербутилазин – против однолетних широколистных (двудольных), мезотрион – против однолетних двудольных (при почвенном внесении) и ряда многолетних сорняков (при фолиарной обработке) (бодяк полевой, осот полевой, хвощ полевой, вьюнок полевой). Механизм действия мезотриона направлен на блокирование белкового синтеза, в частности растительного энзима п-гидрокси-фенилпируват-дегидрогеназы. Тербутилазин ингибирует деление клеток. С-метолахлор тормозит биосинтез липидов и жирных кислот, флавоноидов и протеина и др. Сочетание мезотриона с тербутилазином отличается высоким синергетическим эффектом, проявляющимся в усилении действия, и продолжительным защитным действием при почвенном применении гербицида ЛЮМАКС®.

Эффективность гербицида ЛЮМАКС® не зависит от погодных условий, влажности почвы и количества осадков. Действующее вещество гербицида ЛЮМАКС® «проникает» через корневую систему, прорастающие семена и побеги сорняков. Остановка роста наблюдается в течение 1–2 дней, а полная гибель – на 6–15 день после обработки в зависимости от вида сорняков и фазы развития в момент обработки. По данным многолетних испытаний в хозяйствах, после почвенного применения препарата

ЛЮМАКС® урожайность сухого вещества кукурузы в северных регионах составила 151±29 ц/га. Послевсходовое опрыскивание в условиях центральных регионов позволило собрать урожай зерна (при стандартной влажности), равный 80–92 ц/га.

Фото 1. *Ставропольский край, 2015 г. Применение ЛЮМАКС® 3,5 л/га в ранний период роста кукурузы (на момент применения – фаза развития кукурузы 2-3 листа, фаза развития злаковых сорняков 1-2 листа).*

Фото 2. *Ставропольский край, 2015 г. Применение ЛЮМАКС® почвенно, до всходов кукурузы, 4 л/га*

Сорняки соперничают в агроценозе кукурузы с культурным растением. Межвидовая и фазовая конкуренция культуры и сорняка выражается в борьбе за абиотические факторы – свет, тепло, пространство, влагу.

Система защиты кукурузы в ранний период развития Early Season Weed Control (ESWC)

Современный набор гибридов кукурузы отличается способностью продуктивно использовать почвенно-климатические факторы, реализуя генетически заложенный потенциал, например, высокопродуктивные гибриды СИ Талисман, СИ Ротанго, СИ Телиас, СИ Феномен, СИ Новатоп, СИ Фортаго, СИ Ариосо, СИ Чоринтос, СИ Фотон, НК Люциус и др., эффективно использующие влагу и питательные вещества. Конкуренция в начальный период роста кукурузы формирует стрессовую ситуацию и ухудшает условия нормального развития культуры. В этих условиях к недостатку света присоединяются дополнительные проблемы – дефицит влаги, низкий агрофон, дисбаланс элементов питания и т. д., что усиливает негативный эффект, приводит к экономическим и хозяйственным потерям. Решение предлагает компания «Сингента». Это технологическая система защиты кукурузы в ранний период развития, или Early Season Weed Control (ESWC).

Высокий урожай кукурузы определяется системным контролем сорняков как можно в более ранние фазы развития культуры. Препарат ЛЮМАКС® отличается выраженным почвенным и системным действием в агрофитоценозе. Препаративная форма гербицида ЛЮМАКС® – суспензионная эмульсия (СЭ), что обеспечивает физико-химическую стабильность препарата, равномерность нанесения, высокую подвижность в тканях растения и высокий эффект контроля роста и развития сорняков, даже в условиях воздушной и почвенной засухи.

Гербицид ЛЮМАКС® эффективен на полях с разным типом засоренности (соотношение сорняков разных биологических групп) и подавляет «трудно контролируемые сорняки», в том числе устойчивые к препаратам на основе триазинов, 2,4-Д и ингибиторов ацетолактатсинтазы.

В заключение отметим, что применение ранней системы защиты кукурузы от сорняков (ESWC) основано на стратегии «чистое поле от сорняков до и после всходов кукурузы» и имеет следующие преимущества:

- применение селективного трехкомпонентного гербицида ЛЮМАКС® позволяет контролировать сорняки за один проход в кукурузе одним препаратом;
- ЛЮМАКС® отличается продолжительным сдерживающим действием и большой гибкостью в сроках применения на кукурузе (до- и раннепослевсходовой);
- ЛЮМАКС® отличается выраженным почвенным и системным действием, снижая фазовую и межвидовую конкурентоспособность сорных растений, в том числе и трудноискоренимых или устойчивых к глифосату и сульфонилмочевинам (гибель чувствительных двудольных видов в течение 5–8 дней, злаковых – 8–12 дней);
- ЛЮМАКС® экономит затраты и время производителя за счет повышения стрессоустойчивости и конкурентоспособности кукурузы за свет, влагу, зону питания на разных агрофонах;
- развитие «гармоничного» растения кукурузы – это реализация потенциальной урожайности культуры (например, в Черноземной зоне урожай зерна кукурузы при стандартной влажности равняется 80,4±13 ц/га без полива и 92,2±19 ц/га с поливом);
- мощная развитая корневая система культуры эффективно усваивает влагу и элементы питания из почвы, что снижает затраты на орошение и удобрения кукурузы;
- кукуруза продуктивно использует почвенно-климатические факторы, благодаря раннему гербицидному контролю нескольких волн сорняков (техническая эффективность 87–96 %, в том числе уничтожение злаковых на 92–96 %);
- ежегодный стабильный хозяйственный и экономический эффект: достоверная прибавка урожая зерна кукурузы при довсходовом применении – 15–60 % и послевсходовом опрыскивании – 5–50 % (при средней урожайности 67,9±19,6 ц/га).

В заключение отметим, что норма применения гербицида ЛЮМАКС® 3-4 л/га до посева, до всходов или после всходов культуры. При применении ЛЮМАКС® после всходов кукурузы необходимо обращать внимание на фазу развития злаковых сорняков, они должны быть в фазе 1-2 листьев, не более.

Узнайте больше о продукции компании «Сингента» по телефону горячей линии агрономической поддержки 8 800 200-82-82, а также на сайте www.syngenta.ru

syngenta®
www.syngenta.ru

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10302
УДК 631.452(571.13)

Оценка почвенных ресурсов Омской области

Ю. В. АКСЕНОВА[1], кандидат биологических наук, доцент (e-mail: axsenovajulia@gmail.com)
А. А. ШПЕДТ[2,3], доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: shpedtaleksandr@rambler.ru)
В. М. КРАСНИЦКИЙ[4], доктор сельскохозяйственных наук, директор (e-mail: krasnitsky@omsknet.ru)
А. Г. ШМИДТ[4], начальник отдела
[1]Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Институтская пл., 1, Омск, 644008, Российская Федерация
[2]Сибирский федеральный университет, просп. Свободный, 79, Красноярск, 660041, Российская Федерация
[3]Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН», просп. Свободный, 66, Красноярск, 660062, Российская Федерация
[4]Центр агрохимической службы «Омский», просп. Королева, 34, Омск, 644012, Российская Федерация

Проведена сравнительная оценка природного потенциала почв земель сельскохозяйственного назначения Омской области. Оценочный балл определяли по почвенно-экологическому индексу (ПЭИ). Наиболее ценные почвы формируются в северной и центральной лесостепи области и представлены черноземами выщелоченными и обыкновенными, а также лугово-черноземными почвами с оценочным баллом 46-55. Менее ценные почвы выделены в степной и южно-таежной лесной зонах. ПЭИ степных лугово-черноземных почв, черноземов обыкновенных и южных снижается до 31-41 балла. Дерново-подзолистые почвы оценены в 33 балла, серые лесные – в 39 баллов. По природно-климатическим зонам области ПЭИ закономерно увеличивается с 24 до 43 баллов в ряду степь – южная лесостепь – центральная лесостепь – северная лесостепь, с дальнейшим снижением до 34 баллов в южно-таежной лесной зоне. ПЭИ в большей степени определяется почвенным и климатическим индексами. Климатический индекс снижается при продвижении от южно-таежной лесной зоны к зоне степи вследствие уменьшения влагообеспеченности территорий. Высокий почвенный индекс имеют черноземы выщелоченные, обыкновенные, лугово-черноземные почвы, с появлением солонцеватости и солончаковатости его величина существенно снижается. Самым низким почвенным индексом характеризуются солонцы. Агрохимический индекс меняется постепенно, возрастая при продвижении с севера на юг области с 0,96 баллов до 1,10 баллов.

Ключевые слова: *почвенный индекс, климатический индекс, агрохимический индекс, почвенно-экологический индекс.*

Для цитирования: *Оценка почвенных ресурсов Омской области / Ю. В. Аксенова, А. А. Шпедт, В. М. Красницкий и др. // Земледелие. 2018. № 3. С. 14-18. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10302.*

Длительное сельскохозяйственное использование почв Омской области (более 50 лет), резкое сокращение объемов работ по их улучшению (начиная с 1994-1996 гг.) [1] привело к прогрессирующему развитию ряда деградационных процессов, способствующих снижению плодородия почв и изменению их агрохимических показателей. На сегодняшний день во многих районах области имеются значительные площади пашни, выведенные в залежь из-за невозможности рентабельного использования и требующие больших капитальных затрат на восстановление утраченного плодородия [2, 3].

Снижение объемов применяемых органических и минеральных удобрений привело к уменьшению содержания гумуса, фосфора, калия и других элементов питания растений, что сопровождается ежегодным увеличением площади почв с недостаточной их обеспеченностью не только в Омской области, но и во многих других субъектах Федерации [1, 4-11]. Кроме того, в регионе находится около 1,9 млн га солонцов и солонцеватых почв, из которых более 50 % вовлечено в пашню, на которых без проведения мелиоративных работ сельскохозяйственное производство нерационально [4].

В соответствие с интегральной оценкой качества почв для сельскохозяйственного использования, проведенной в 2013 г. Почвенным институтом им. В.В. Докучаева, Сибирский регион отнесен к «наиболее неблагоприятным» или «с плохим качеством почв». Непригодные для аграрного производства почвы в Омской области составили 63 % от общей площади [12].

В таких условиях оценка качества почв на основе современных, научно обоснованных подходов, позволяющих выявлять площади неиспользуемых, но пригодных для производства земель, имеет важное практическое значение.

Цель исследования – провести сравнительную оценку почв сельскохозяйственных земель Омской области на основе почвенно-экологического индекса (ПЭИ), характеризующего их природный потенциал.

По данным статистического учета общая площадь земель в административных границах Омской области по состоянию на 1 января 2017 г. составляла 14114 тыс. га. В структуре ее земельного фонда на долю земель сельскохозяйственного назначения приходилось 47,6 % (6720,7 тыс. га), на несельскохозяйственные земли – 52,4 % (7393,3 тыс. га) [13].

По выраженности природных условий и приуроченности почв к ландшафтам на территории области выделено три природно-климатические зоны: южно-таежная лесная, лесостепная (северная, центральная, южная) и степная [14].

Почвенный покров области характеризуется высокой комплексностью, связанной с неоднородностью геологического строения, слабой дренированностью и бессточностью территории, микрорельефностью, высокой карбонатностью, засоленностью почвообразующих и подстилающих пород, высоким залеганием и минерализацией грунтовых вод, поэтому в пределах одной природной зоны встречается большое разнообразие типов, подтипов и видов почв. Широкое распространение получили полугидроморфные и гидроморфные почвы, формирующиеся среди основных массивов зональных почв.

На подзолистые и дерново-подзолистые почвы в области приходится 5,3 %, серые лесные – 6,5 %, черноземы – 34 %, лугово-черноземные почвы – 33,2 %, луговые – 7,6 %,

солонцы – 11,8 %, аллювиальные – 0,7 % [14].

В пределах южно-таежной лесной зоны находится 7 административных районов: Усть-Ишимский, Тевризский, Седельниковский, север Большеуковского, правобережье Знаменского, Тарского и северная часть Муромцевского. Почвенный покров здесь представлен сочетанием подзолистых, дерново-подзолистых, глее-подзолистых и болотных почв.

В северной лесостепи расположена большая часть Большеуковского, Колосовского, Крутинского, левобережье Знаменского и Тарского, юг Муромцевского, север Тюкалинского и Большереченского районов. Наибольшее распространение на этой теитории получили черноземы выщелоченные, серые лесные и серые лесные глеевые, лугово-черноземные почвы, залегающие в комплексе с солонцами, солодями, лугово-болотными и болотными почвами.

Высокой комплексностью и сложностью почвенного покрова отличается условно выделенная центральная лесостепь, названная «солонцовой», в которую входят Называевский, западная часть Любинского, Саргатского, юг Колосовского, Горьковский, северо-западная часть Нижне-Омского, северная и южная часть Кормиловского, север Калачинского, восточная часть Черлакского и юго-восточная часть Оконешниковского районов. Здесь преобладают черноземы обыкновенные, лугово-черноземные, черноземно-луговые и луговые почвы, залегающие в комплексе с солонцами, солончаками и солодями.

В южной лесостепи распространены черноземы обыкновенные и лугово-черноземные почвы в комплексе с солонцами, солончаками и солодями. В этой зоне расположены Исилькульский, Марьяновский, Москаленский, Полтавский, Шрбакульский, Павлоградский, Омский, Таврический, Кормиловский, Калачинский, Азовский районы, большая часть Оконешниковского и Черлакского, восточная часть Любинского, север Одесского районов.

Юг области занимает степная зона, в которой находятся 4 административных района: Нововаршавский, Русско-Полянский, юг Одесского и Черлакского. Почвенный покров представлен черноземами южными и обыкновенными, лугово-черноземными почвами, преимущественно маломощными и малогумусными видами, залегающими в комплексах с солонцами, солончаками и солодями.

Комплексную оценку плодородия почв области проводили по методике, разработанной И.И. Кармановым [15-17] в Почвенном институте им. В.В. Докучаева, на основе принципиально новых подходов с учетом опыта бонитировки почв, как в России, так и за рубежом. Оценка выполнена с использованием почвенно-экологического индекса (ПЭИ) – количественная величина, отражающая природный потенциал пахотных земель в баллах (от 1 до 100) продуктивности группы ведущих сельскохозяйственных культур (в суммарном виде). ПЭИ разрабатывали в те годы, когда проводили массовые почвенные, агрохимические и другие обследования и была возможность использования в его алгоритме дополнительные сведения о почвах. Итоговое значение ПЭИ определяется через произведение почвенного, климатического и агрохимического индексов. Методика также позволяет рассчитать баллы бонитета пашни, пригодной для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур. Исходные данные для расчета ПЭИ почв Омской области взяты из материалов агрохимических обследований, проводившихся ФГБУ ЦАС «Омский». Индексы рассчитывали с использованием автоматизированной электронной системы (АЭС), разработанной на базе Microsoft Excel.

Расчет ПЭИ основных типов почв Омской области, используемых в сельскохозяйственном производстве, показал, что наиболее ценные почвы формируются в северной и центральной лесостепи, менее ценные – в южно-таежной лесной и степной зоне.

Южно-таежная лесная зона расположена в наиболее «прохладной» и влажной части области: сумма активных температур >10 °С не превышает 1801 °С, количество осадков варьирует от 410 до 466 мм/год [18]. В связи с повышенной влагообеспеченностью климатический индекс этой территории самый высокий.

На севере области к наиболее ценным почвам, с высоким ПЭИ, отнесены серые лесные, самый низкий оценочный балл у дерново-подзолистых почв (см. табл.). Это малопродуктивные почвы, для которых характерно глубокое и длительное сезонное промерзание, позднее оттаивание в весенний период, низкое содержание гумуса и недостаточная обеспеченность элементами минерального питания, в то же время они составляют основу пахотного фонда этой территории.

Высокий ПЭИ имеют луговые почвы, но в южно-таежной лесной зоне, несмотря на высокое плодородие, они рекомендованы под кормовые угодья, так как повышенный гидроморфизм и избыточное атмосферное увлажнение создают неблагоприятный водно-воздушный и тепловой режим. Аллювиальные дерновые почвы, как и луговые, отнесены к почвам низкого качества и используются под ограниченный набор культур.

При продвижении к северной части лесостепной зоны климатический индекс снижается из-за уменьшения влагообеспеченности. На этой территории создаются более благоприятные условия для формирования плодородных почв: сумма активных температур > 10 °С увеличивается до 1850-1872°, количество осадков уменьшается до 350-378 мм/год [18], водный режим меняется на периодически промывной, возрастает количество биомассы, богатой щелочными и щелочноземельными металлами, а также азотом. В почвенном покрове северной лесостепи преобладают темно-серые лесные почвы, ПЭИ которых на 3,3 балла выше, чем у аналогов в южно-таежной лесной зоне. При средней обеспеченности подвижным фосфором, калием и гумусом их можно отнести к почвам среднего качества.

В пределах северной лесостепи, на границе с южно-таежной лесной зоной, встречаются небольшие массивы малоплодородных дерново-подзолистых почв, имеющих наименьшую ценность и самый низкий оценочный балл.

Наиболее ценные почвы подзоны – появляющиеся в структуре почвенного покрова черноземы выщелоченные и лугово-черноземные почвы, имеющие максимальный ПЭИ и высокие почвенный и агрохимический индексы. Они обеспечены гумусом, содержание подвижного фосфора в них варьирует от среднего до повышенного, калия – от повышенного до высокого.

Высокий оценочный балл имеют также луговые и черноземно-луговые почвы, но их постоянное переувлажнение, создающее неблагоприятный водно-воздушный и тепловой режим, снижает агрономическую ценность и, несмотря на высокое плодородие, не позволяет использовать такие почвы под все зональные культуры.

Формирующиеся в поймах рек, аллювиальные почвы отличаются от остальных высоким почвенным индексом, который вносит значительный вклад в ПЭИ. По обеспеченности элементами питания они приближаются к почвам черноземного ряда: высокое содержание гумуса, среднее – фосфора и повышенное – калия. Природный потенциал этих почв оценивается как высокий, и фактически сопоставим с черноземами выщелоченными. Почвы пойм, редко подверженные паводкам, используют в пашне под посевы зерновых и возделывание овощных культур.

Высокой комплексностью и сложностью отличается почвенный покров центральной лесостепи. Ее особен-

Индексы основных типов и подтипов почв земель сельскохозяйственного назначения Омской области, балл

Почва	Индекс			
	климатический	агрохимический	почвенный	почвенно-экологический (ПЭИ)
Южно-таежная лесная зона				
Дерново-подзолистые	5,27	0,89	7,11	33
Серые лесные	5,75	1,00	6,73	39
Луговые	5,55	1,06	6,40	38
Аллювиальные дерновые	5,95	0,89	6,83	36
Среднее по зоне	*5,63*	*0,96*	*6,77*	*36*
Северная лесостепь				
Дерново-подзолистые	4,99	1,00	6,99	35
Серые лесные	5,27	1,00	8,06	42
Черноземы выщелоченные	5,24	1,07	9,78	55
Лугово-черноземные	5,24	1,10	8,64	50
Черноземно-луговые	5,24	1,03	9,00	49
Луговые	5,26	1,13	8,40	50
Солонцы	5,26	1,06	1,64	9
Аллювиальные	5,24	0,99	10,03	52
Среднее по зоне	5,22	1,05	7,82	43
Центральная лесостепь				
Темно-серые лесные	4,88	1,20	8,06	47
Черноземы выщелоченные	4,56	1,06	9,78	47
Черноземы обыкновенные обычные и карбонатные	4,56	1,08	9,26	46
Черноземы обыкновенные солонцеватые и солончаковатые	4,56	1,12	6,49	33
Лугово-черноземные обычные и карбонатные	4,56	1,08	8,64	43
Лугово-черноземные солонцеватые и солончаковатые	4,88	1,12	5,83	32
Черноземно-луговые обычные и карбонатные	4,94	1,08	7,96	43
Черноземно-луговые солонцеватые и солончаковатые	4,56	1,14	5,37	28
Луговые	4,56	1,06	8,40	41
Луговые солонцеватые и солончаковатые	4,56	1,06	5,37	26
Солонцы	4,81	1,08	1,58	8
Аллювиальные луговые	4,88	1,05	7,61	39
Аллювиальные дерновые	4,56	1,08	9,56	47
Среднее по зоне	*4,68*	*1,09*	*7,22*	*37*
Южная лесостепь				
Серые лесные	4,35	1,08	8,28	39
Черноземы выщелоченные	4,67	1,08	8,94	45
Черноземы обыкновенные обычные и карбонатные	4,25	1,05	8,03	36
Черноземы обыкновенные солонцеватые и солончаковатые	4,67	1,05	5,72	28
Черноземы южные обычные и карбонатные	4,67	1,08	8,11	41
Лугово-черноземные обычные и карбонатные	4,29	1,12	7,27	35
Лугово-черноземные солонцеватые и солончаковатые	4,94	1,09	5,53	30
Черноземно-луговые обычные и карбонатные	4,76	1,14	7,53	41
Черноземно-луговые солонцеватые и солончаковатые	4,16	1,14	5,09	24
Луговые	4,94	1,12	7,17	40
Луговые солонцеватые и солончаковатые	4,94	1,12	4,84	27
Солонцы	4,16	1,12	1,47	7
Аллювиальные луговые	4,94	1,06	9,17	48
Среднее по зоне	*4,60*	*1,10*	*6,70*	*34*
Степная зона				
Черноземы обыкновенные обычные и карбонатные	4,10	1,08	8,03	36
Черноземы обыкновенные солонцеватые и солончаковатые	4,10	1,05	5,16	22
Черноземы южные и карбонатные	3,75	1,05	7,85	31
Лугово-черноземные	3,67	1,05	7,51	29
Лугово-черноземные солонцеватые и солончаковатые	3,75	1,08	5,07	21
Черноземно-луговые	3,75	1,05	6,83	27
Черноземно-луговые солонцеватые и солончаковатые	3,75	0,96	4,13	15
Солонцы	4,25	1,08	1,40	6
Среднее по зоне	3,89	1,05	5,75	23
Среднее по области	–	–	–	*35*

ность заключается в наличии среди основных массивов пашни солонцов и солонцовых почв. Климатический индекс этой территории по отношению к северной лесостепи и южно-таежной лесной зоне ниже в среднем на 0,54-0,95 балла из-за уменьшения влагообеспеченности. Недостаточные условия увлажнения (количество осадков варьирует от 294 до 353 мм/год), теплый климат (сумма активных температур > 10 °С возрастает до 1900-1948°) и непромывной тип водного режима способствуют формированию здесь солонцеватых, солончаковатых и карбонатных почв. Наиболее ценные почвы подзоны, с высокой балльной оценкой – черноземы выщелоченные и обыкновенные. При одинаковой обеспеченности элементами питания (содержание подвижного фосфора от среднего до повышенного, калия – от повышенного до очень высокого) и гумусом ПЭИ черноземов выщелоченных в среднем ниже на 7 баллов, чем у аналогов, формирующихся в северной лесостепи. Это объясняется уменьшением величины климатического индекса. Оценочный балл лугово-черноземных почв несколько ниже, чем у черноземов, поскольку в холодные влажные годы в таких почвах складывается неблагоприятный водно-тепловой режим, что ограничивает их использование. В сухие жаркие годы лугово-черноземные почвы могут превосходить черноземы по производительности, поэтому они так же считаются наиболее ценными и составляют основу пахотного фонда области.

Наличие в почвах черноземного ряда солей и солонцеватости значительно уменьшает их ценность, что подтверждают низкий почвенный индекс и ПЭИ. В черноземах обыкновенных, лугово-черноземных и черноземно-луговых почвах, имеющих солонцеватый и солончаковатый родовой признак, величина ПЭИ уменьшается в среднем на 11-15 баллов, а почвенного индекса – на 2,6-2,8 балла (см. табл.).

Другой причиной снижения ценности черноземов обыкновенных и лугово-черноземных почв служит наличие среди них «медальонов» солонцов, преимущественно мелких и корковых, формирование которых максимально приурочено к центральной части лесостепной зоны. Это малоплодородные почвы с неблагоприятными свойствами и режимами, представляющие наименьшую ценность с агрономической точки зрения и имеющие самую низкую балльную оценку.

Оценочный балл темно-серых лесных почв, занимающих небольшие площади, сопоставим с черноземами обыкновенными и выщелоченными.

В южной лесостепи наблюдается дальнейшее ухудшение влагообеспеченности. Усиление засушливости климата способствует снижению величины климатического индекса на 1 балл, по отношению к северным районам области. Количество осадков на этой территории варьирует в пределах 243-362 мм/год, а сумма активных температур > 10 °С в отдельных районах повышается до 1980° [18].

Значительные площади в почвенном покрове подзоны занимают черноземы обыкновенные и лугово-черноземные почвы. При одинаковой обеспеченности элементами минерального питания они менее гумусированы, чем почвы северной лесостепи, поэтому почвенный и климатический индексы оценивают-

ся меньшим количеством баллов, а качество этих почв по итоговому ПЭИ ниже.

Высокий ПЭИ, сопоставимый с величиной этого показателя у черноземов, имеют луговые и черноземно-луговые почвы, занимающие в южной лесостепи значительно меньшую площадь. В то же время в местных условиях при близком залегании к поверхности часто минерализованных грунтовых вод, они могут быть использованы под ограниченный набор культур.

При продвижении на юг области, к зоне степи, нарастает сухость климата, и климатический индекс оценивается наименьшим количеством баллов. Поступление атмосферных осадков в степи сокращается до 250-346 мм/год, сумма активных температур > 10°С возрастает до 2130-2207° [18].

Почвенный покров в этой части области более однороден и представлен в основном черноземами обыкновенными и южными, лугово-черноземными, черноземно-луговыми почвами и солонцами (см. табл.). Формируясь в условиях непромывного типа водного режима, большого дефицита влаги, меньшего поступления органического вещества и ускоренных процессов его минерализации, почвы степи менее ценны, чем почвы лесостепной зоны и имеют более низкий оценочный балл. Они характеризуются средним и повышенным содержанием подвижного фосфора и очень высоким – калия, но низкой обеспеченностью гумусом. Самыми ценными почвами, с высоким для этой территории ПЭИ, считают черноземы обыкновенные и южные, получившие здесь наибольшее распространение. У лугово-черноземных и черноземно-луговых почв оценочный балл несколько ниже. Еще больше он уменьшается у солонцеватых и солончаковатых черноземов обыкновенных и лугово-черноземных почв. Наименьшую ценность представляют солонцы.

Для сравнения средневзвешенная величина ПЭИ почвенного покрова Красноярского края составляет 37 баллов и сопоставима с ПЭИ Омской области – 35 баллов. Однако итоговую величину ПЭИ для почв Красноярского края в большей степени определяют почвенный и агрохимический индексы, климатический индекс меняется слабо (4,33-4,67 балла) [19]. В ПЭИ почв Омской области значительный вклад вносят почвенный и климатический индексы, а агрохимический меняется слабо. Таким образом, почвы Красноярского края лучше обеспеченны элементами питания, а почвы Омской области формируются в более благоприятных климатических условиях.

При продвижении от южно-таежной лесной зоны к зоне степи Омской области вследствие уменьшения влагообеспеченности территорий климатический потенциал снижается с 5,63 до 3,89 баллов.

Агрохимический индекс меняется постепенно, соответствуя обеспеченности почв элементами минерального питания, и возрастает при продвижении с севера на юг области с 0,96 баллов до 1,10 баллов. Высокий почвенный индекс (9,78-8,64 балла) имеют черноземы выщелоченные, обыкновенные и лугово-черноземные почвы северной и центральной лесостепи, с появлением солонцеватости и солончаковатости его величина значительно снижается. Самый низкий почвенный индекс имеют солонцы.

По природно-климатическим зонам ПЭИ закономерно увеличивается с 24 до 43 баллов в ряду степь – южная лесостепь – центральная лесостепь – северная лесостепь, с последующим снижением до 34 баллов в южно-таежной лесной зоне. Средневзвешенная величина ПЭИ почв по области составляет 35 баллов. Наибольшей величиной индекса характеризуются черноземы выщелоченные, обыкновенные, южные и лугово-черноземные почвы, составляющие основную базу производства высококачественного зерна в области.

Литература.

1. Красницкий В. М., Шмидт А. Г. Динамика плодородия пахотных почв Омской области и эффективность использования средств его повышения в современных условиях // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 34–38.

2. Березин Л. В., Веретельникова И. В., Чопозов А. П. Использование материалов ДЗЗ для оценки потенциально плодородных залежных земель лесостепной зоны Западной Сибири // Инновационные разработки молодых учёных – развитию агропромышленного комплекса: материалы III международной конференции. Ставрополь: ГНУ СНИИЖК, 2014. Т. 2. Вып. 7. С. 464–467.

3. The study of soils and geomorphological peculiar properties of the irrigated area with using of GIS technology / R. R. Suleimanov, I. Yu. Saifullin, A. R. Suleimanov, etc. // GlobalSoilMap Digital Soil Mapping from Country to Globe. London: INRA, Taylor & Francis Group, 2018. С. 167–173

4. Экологический паспорт территории Омской области. Раздел 8. Земельные ресурсы. [Электронный ресурс]. URL: http://mpr.omskportal.ru/ru/RegionalPublicAuthorities/executivelist/MPR/pravaya-kolonka/ecopasport/PageContent/0/body_files/file22/Раздел %208. %20ЗЕМЕЛЬНЫЕ %20РЕСУРСЫ. %20ЗЕМЕЛЬНЫЕ %20 РЕСУРСЫ. %20ЗЕМЕЛЬНЫЕ %20РЕСУРСЫ.pdf (дата обращения: 21.01.2018).

5. Родин Н. А., Иванова Т. Н. Динамика показателей плодородия почв по результатам агрохимического мониторинга // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 5. С. 9–12.

6. Алхименко Р. В. Мониторинг состояние пахотных почв в западном и центральном территориальных округах Красноярского края // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 6. С. 10–14.

7. Тощев В. В. Результаты мониторинга плодородия почв Свердловской области // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 8. С. 16–22.

8. Катричко Г. А., Иванова Т. С. Состояние почвенного плодородия, динамика применения минеральных и органических удобрений, баланс элементов питания в Республике Карелия // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 9. С. 7–11.

9. Котченко С. Г., Воронин А. Я. Динамика плодородия пахотных почв Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 41–43.

10. Антоненко Е. В., Сибилева Т. А. Динамика изменения показателей плодородия почв центральной и северной сельскохозяйственных зон Амурской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 8. С. 17–21.

11. Рябец В. К., Миронова О. Ю. Состояние плодородия почв в Хабаровском крае // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 48–53.

12. Иванов А. Л., Савин И. Ю., Столбовой В. С. Качество почв России для сельскохозяйственного использования // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 6. С. 41–45.

13. О мониторинге земель в Омской области [Электронный ресурс]. URL: http://m.omskportal.ru/ru/municipal/localAuthList/3-52-206-1/officialsite/rosreestr/2017/40.html (дата обращения 21.01.2018).

14. Мищенко Л. Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование. Омск: ОмСХИ, 1991. 164 с.

15. Карманов И. И. Методика и технология почвенно-экологической оценки и бонитировки почв для сельскохозяйственных культур. М.: Изд-во РАСХН, 1990. 114 с.

16. Карманов И. И. Почвенно-экологическая оценка и бонитировка почв // Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. М.: Агропромиздат, 1991. С. 161–233.

17. Карманов И. И., Булгаков Д. С. Методика почвенно-агроклиматической оценки пахотных земель для кадастра. М.: Почв. ин-т им.В.В. Докучаева, 2012. 122 с.

18. Агроклиматический справочник по Омской области / Глав.упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Омское упр. гидрометеорол. службы. Л.: Гидрометеоиздат, 1959. 228 с.

19. Оценка почв земледельческой части Красноярского края / А. А. Шпедт, Н. Ю. Жаринова, Г. Ю. Ямских и др. // Отражение био-, гео-, антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: сборник материалов V Международной научной конференции, посвященной 85-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. С. 293–296.

Assessment of Soil Resources in Omsk Region

Yu. V. Aksenova[1], A. A. Shpedt[2,3], V. M. Krasnitskii[4], A. G. Shmidt[4]
[1]P.A. Stolypin Omsk State Agrarian University, Institutskaya pl., 1, Omsk, 644008, Russian Federation
[2]Siberian Federal University, prosp. Svobodnyi, 79, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation
[3]Krasnoyarsk Agricultural Research Institute, Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the SB of the RAS", prosp. Svobodnyi, 66, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation
[4]Center of Agrochemical Service «Omskii», prosp. Koroleva, 34, Omsk, 644012, Russian Federation

Abstract. *A comparative assessment of the natural potential of soils of agricultural land in Omsk Region was carried out. The score was determined by a soil-ecological index (SEI). The calculation of SEI for the main soil types showed that the most valuable soils develop in the northern and central forest-steppe and are represented by leached and ordinary chernozems and meadow-chernozem soils, with an estimated score of 46–55. Less valuable soils are in the steppe and south-taiga forest zone. SEI of steppe meadow-chernozem soils and ordinary and southern chernozems reduces to 31–41 points. Sod-podzol soils are estimated at 33 points, gray forest – at 39 points. Over the natural and climatic zones of the region, SEI regularly increases from 24 to 43 points in the range of steppe –southern forest-steppe –central forest-steppe –northern forest-steppe, with a further decrease to 34 points in the southern taiga forest zone. SEI is largely determined by soil and climate indices. The climatic index decreases when moving from the southern taiga forest zone to the steppe zone due to a decrease in the water availability of the territories. Leached and ordinary chernozems, meadow-chernozem soils have a high soil index; with the appearance of solonetzicity and salinity, its magnitude significantly reduced. Solonetzic soils are characterized by the lowest soil index. The agrochemical index changes gradually, increasing when moving from the north to the south of the region from 0.96 points to 1.10 points.*

Keywords: *soil index; climatic index; agrochemical index; soil and ecological index.*

Author Details: *Yu. V. Aksenova, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof. (e-mail: axsenovajulia@gmail.com); A. A. Shpedt, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: shpedtaleksandr@rambler.ru); V. M. Krasnitskii, D. Sc. (Agr.), director, (e-mail: krasnitsky@omsknet.ru); A. G. Shmidt, department manager.*

For citation: *Aksenova Yu. V., Shpedt A. A., Krasnitskii V. M., Shmidt A. G. Assessment of Soil Resources in Omsk Region. Zemledelie. 2018. No. 3. Pp. 14-18 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10302.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10303
УДК 631.436

Прогнозирование температуры почвы на различных глубинах

М. А. МАЗИРОВ[1], доктор биологических наук, зав. кафедрой (e-mail: mazirov@mail.ru)
Е. В. ШЕИН[2,4], доктор биологических наук, профессор (e-mail: evgeny.shein@gmail.com)
А. В. ДЕМБОВЕЦКИЙ[2], кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
А. И. МАДИ[2,3], аспирант (e-mail: ahmed_mady@agr.asu.edu.eg)
А. И. МАРТЫНОВ [1], аспирант
[1]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация
[2]Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, Москва, 119991, Российская Федерация
[3]Университет Айн-Шамс, Хадаек Шубор, Каир, 11241, Египет
[4]Почвенный институт им. В. В. Докучаева, Пыжевский пер., 7, Москва, 119017, Российская Федерация

Для прогнозных поливариантных расчетов температурного режима почв, определения оптимальных сроков посева, прогревания и охлаждения почв используют зависимость температурапроводности почв от влажности. С целью разработки простой и общедоступной модели указанной зависимости и возможности определения её параметров по педотрансферным функциям (зависимостям параметров модели от традиционно определяемых свойств почв – плотности почвы, содержания органического вещества и гранулометрических фракций) методом Кондратьева экспериментально была получена зависимость температуропроводности для агродерново-подзолистых почв Московской области. Ее рассчитывали с помощью функций трех типов: по предложенной авторами квадратной модели ∩ формы с одним максимумом (М-1), широкораспространенной модели, представленной в работе Т.А. Архангельской (М-3) и по используемой в прогнозных расчетных модели полиномиального уравнения (М-2). Сравнение экспериментальных данных с результатами, полученными с использованием моделей, показало, что наименьшие отклонения от экспериментально определенных значений характерны для предложенной модели (М-1), М-2 стабильно завышает величины темпертауропроводности, а М-3 несколько их занижает при наибольшем разбросе погрешностей моделирования. Непараметрический критерий Вильямса-Клюта показал, что предложенная педотрансферная функция квадратного уравнения (М-1) лучше подходит для прогнозирования температуропроводности и расчетов температурного режима почвы, чем использовавшиеся ранее (М-2 и М-3).

Ключевые слова: *температура почв, температуропроводность и влажность, педотрансферные функции.*

Для цитирования: *Прогнозирование температуры почвы на различных глубинах / М. А. Мазиров, Е. В. Шеин, А. В. Дембовецкий и др. // Земледелие. 2018. № 3. С. 18-20. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10303.*

Теплофизические параметры почвы – основа для моделирования тепловых потоков и расчетов температуры почвы. С помощью физически обоснованных моделей температуропроводности можно по температуре поверхности почвы рассчитывать и краткосрочно прогнозировать ее на конкретной глубине. Для ряда сельскохозяйственных культур, это необходимо для уточнения сроков посева. Более того, развитие точного земледелия предполагает реализацию дифференцированного подхода к обработке различных участков поля в зависимости от температуры почвы. В этом случае оперативной информацией о возможности начала обработки или посева на различных участках поля служит температура на той или иной глубине. Температуру поверхности почвы сейчас можно определить быстро и на значительной площади с помощью средств дистанционного зондирования (спутники, беспилотные летательные аппараты), однако посев обычно осуществляют на 7-15 см ниже поверхности в зависимости от культуры. Ее определение на некоторой глубине (посева, обработки и др.) затруднительно, так как необходимо учитывать не только температуру поверхности, но и прогрев почвы по профилю. Этот прогрев, то есть распространение тепловой волны от поверхности в глубь почвы, будет во многом зависеть от ее свойств: влажности, гранулометрического состава, плотности и др. Для его расчета разработаны математические модели и педотрансферные функции (ПТФ), которые служат важными инструментами для прогнозирования переноса тепла в почве [1, 2, 3]. ПТФ зависят от физических характеристик почвы (гранулометрический состав, плотность и содержание органическое

вещество), которые и выступают в качестве основных предикторов ее важных термических параметров. В частности, температуропроводность количественно определяет способность почвы сохранять тепловую энергию во время процессов переноса тепла [1, 2, 3, 4, 5]. Отмечено, что коэффициент температуропроводности возрастает с увеличением плотности и уменьшением содержания органического вещества в почве [4, 5] Существует множество методов ее измерения: прямые, лабораторные [1, 5] и косвенные, основанные на математических моделях и педотрансферных функциях (ПТФ) [1, 2, 3, 4, 5]. Такого рода функции, используемые для перевода имеющихся данных в необходимые величины, все шире применяют в прогнозах и количественных земледельческих расчетах [4, 5, 6].

Многие математические модели характеризуют термические параметры почвы путем определения их по полиному [2], который описывает связь между теплопроводностью (λ) и объемной влажностью почвы (θ):

$\lambda(\theta) = b_1 + b_2\theta + b_3\theta^{0,5}$

Эмпирические параметры такой модели b_1, b_2 и b_3 зависят от классических свойств почвы (гранулометрический состав, плотность, содержание органического вещества и др.). Именно поэтому удобно находить статистически обоснованную связь между указанными параметрами и физическими свойствами почв, чтобы в дальнейшем при расчетах температурного режима можно было установить функцию температуропроводности от влажности и рассчитать температурный режим на различной глубине [1, 2, 6]. Более того, в работе [1] была предложена физически обоснованная модель зависимости температуропроводности от влажности почвы:

$K = K_0 + a*\exp[-0,5(\ln(w / w_0) / b)^2]$

где w – содержание воды, K – температуропроводность; K_0, a, w_0 и b – параметры кривой; K_0 – коэффициент температуропроводности сухой почвы, w_0 – содержание воды, соответствующее максимальной температуропроводности, (K_0 + a) – максимальная температуропроводность при $w = w_0$; параметр b характеризует ширину пика кривой.

Однако эта модель включает в себя много параметров (более 4-х), что требует для построения ПТФ детальных экспериментальных данных (более 6-8 определений) и затрудняет её использование при прогнозных расчетах [6].

Цель нашей работы – предложить простую математическую модель, которая позволит оценить зависимость коэффициента температуропроводности от содержания воды на основе традиционно определяемых физических свойств почвы.

Для ее достижения решали следующие задачи: экспериментально изучить зависимость температуропроводности от влажности для различных горизонтов агродерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы (Московская обл.); предложить физически обоснованную зависимость между температуропроводностью и влажностью почвы; оценить параметры этой модели на основе физических характеристик почвы с использованием ПТФ; сравнить расчетные значения температуропроводности по предложенной ПТФ с существующими ПТФ [1, 2] для оценки этих моделей.

Использовали образцы тяжелосуглинистой агродерново-подзолистой почвы на покровных суглинках (Зеленоградская опытная станция Почвенного института имени В.В.Докучаева, Пушкинский район, Московской области) [7]. Для исследования отобрали 13 образцов из основных горизонтов агродерновой почвы, коэффициент температуропроводности рассчитывали при разных значениях влажности почвы (7 уровней для каждого образца – 0,05, 0,15, 0,2, 0,25, 0,28, 0,35 и 0,4 г/г). ПТФ строили на основе традиционных физических свойств почвы – гранулометрический состав, плотность почвы и содержание органического вещества. Гранулометрический состав определяли с использованием метода пипетки, плотность почвы – буровым методом, содержание органического вещества – с использованием экспресс-анализатор AN-7529, температуропроводность почвы – методом Кондратьева [5].

Для оценки зависимости температуропроводности (K) от влажности (θ) использовали модель М-1 в виде квадратного уравнения:

$K(\theta) = b_1 + b_2\theta - b_3\theta^2$,

b_1, b_2, и b_3 определяли из ПТФ согласно [1, 4, 6]: $K_0 = -a_1 + a_2 B.D + a_3 C + a_4$ ФГ, где B.D – плотность почвы (г/см^3), C – содержание органического углерода (%), а ФГ – содержание физической глины (частиц менее 0,002 мм, г/г).

Модель М-2 представляла собой полиномиальное уравнение по оценке теплопроводности K(θ) как функции влажности почвы. В этом случае параметры уравнения b_1, b_2 и b_3 также оценивали с помощью ПТФ на основе физических свойств почвы.

Аналогично предыдущим моделям, современная широко используемая модель М-3 [1] имеет 4 параметра, которые также рассчитываются по ПТФ.

Таким образом, алгоритм получения зависимостей температуропроводности от влажности почвы был одинаковым для всех 3-х моделей: выбор типа модели (квадратная – М-1, полиномиальная – М-2, логистическая – М-3) и определение параметров модели на основании ПТФ по установленным ранее традиционным свойствам почв (гранулометриеский состав, плотность, содержание органического вещества).

Эффективность ПТФ определяли с использованием традиционных статистик разностей статистического анализа экспериментальных и рассчитанных по моделям величин (погрешностей моделей [2]) температуропроводнсти и специального теста Вильямса-Клюта [2], статистически определяющего лучшую из предложенных моделей для описания экспериментальных данных.

Экспериментальные зависимости температуропроводности от влажности почвы имели известный из литературы вид кривой с одним максимумом: температуропроводность сначала быстро возрастала с увеличением содержания воды, достигая максимума при влажности около 80-100 % от наименьшей влагоемкости, а затем постепенно уменьшалась. Одновременно она повышалась с ростом плотности от горизонта Апах (0-20 см) к ВТ (40-50 см). Этот результат также согласуется с данными других исследователей [1, 8]. Полученные результаты описали с использованием 3-х сравниваемых моделей, а затем их параметры статически с помощью регрессионных уравнений связали со значениями плотности, гранулометрического состава и содержания органического вещества почв. Так были получены ПТФ для всех 3-х моделей.

Для проверки эффективности ПТФ при прогнозировании температуропроводности ее значения, вычисленные с использованием моделей (М-1, М-2 и М-3) с тремя соответствующими ПТФ, сравнили с величинами (K_{exp}) экспериментально измеренными прямым методом. При этом анализировали погрешности той или иной модели (см. рисунок). Результаты показали, что лучшей ПТФ для расчета температуропроводности агродерново-подзолистой почвы в зависимости от ее влажности, было квадратичное уравнение (М-1). М-2 стабильно завышала величины температуропроводности, а М-3 несколько их занижала при наибольшем разбросе погрешностей моделирования. Непараметрический критерий Вильямса-Клюта достоверно показал, что предло-

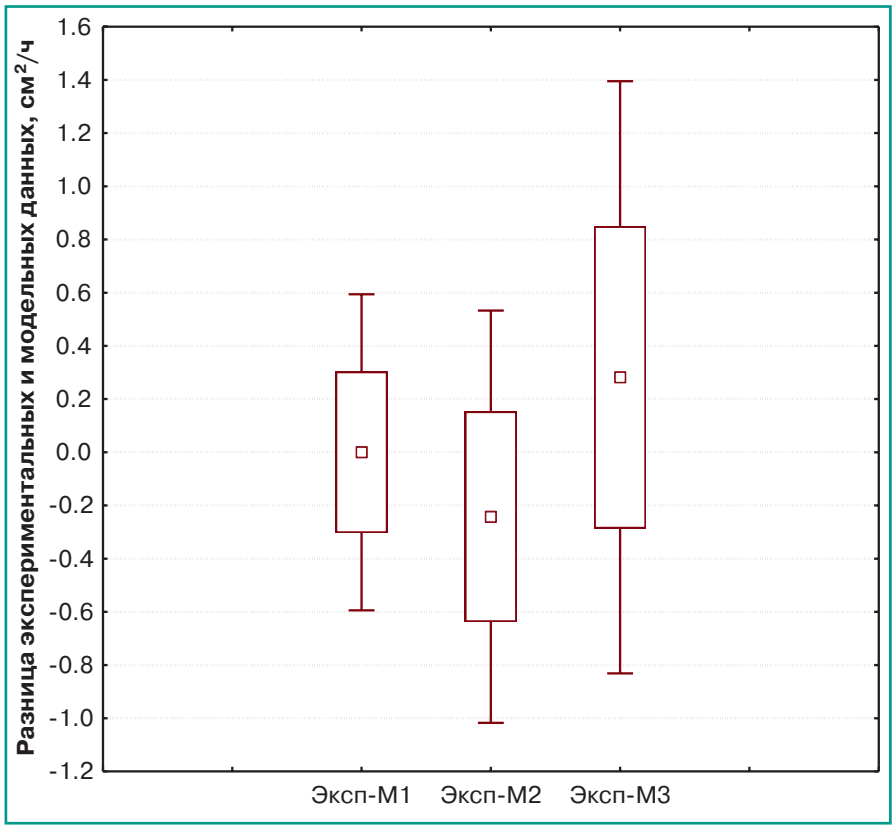


Рисунок. *Статистики разниц экспериментальных (Эксп) и расчетных по моделям М1 (квадратичная зависимость), М-2 (модель Chang, Horton, 1987[2]) и общеупотребительная модель М-3 [1]: □ – Mean; □ – Mean ±SD; I – Mean ±1,96*SD.*

женная педотрансферная функция (ПТФ) квадратного уравнения (М-1) достоверно ($p<0,05$) лучше описывает экспериментальные данные, чем ПТФ М-2 и М-3, для прогнозирования температуропроводности тяжелосуглнистой агродерново-подзолистой почвы.

Таким образом, температуропроводность агродерново-подзолистой тяжелосуглнистой почвы возрастала с увеличением содержания воды, достигая максимума, а затем постепенно снижалась. Предложено описывать зависимость между температропроводностью и влажностью почвы с помощью ∩-образной кривой с использованием квадратного уравнения. Его параметры можно определить на основе педотрансферных функций – зависимостей параметров квадратного уравнения от свойств почвы (содержание физической глины, органического вещества и плотность почвы). Статистические показатели (коэффициент детерминации, среднеквадратические ошибки и непараметрический критерий Вильямса-Клюта) свидетельствуют о том, что ПТФ в виде квадратного уравнения – точная и достоверная прогнозная функция для прогнозирования температуропроводности почвы от влажности тяжелосуглинистой агродерново-подзолистой почвы.

Литература.

1. Архангельская Т. А. Новая эмпирическая формула для оценки тепловой диффузии почвы // Материалы научной сессии по фундаментальной почвоведению. М: МАКС Пресс, 2004. С. 45–46.

2. Chung S.-Ok, Horton Rt. Soil heat and water flow with a partial surface mulch. // Water Resour. Res. 1987. Vol. 23. Pp. 2175–2186.

3. Bouma J. Using soil survey data for quantitative land evaluation // Advances in Soil Science. 1989. Vol. 9. Pp. 177–213.

4. Теплофизические характеристики почв – основа расчета и управления тепловым режимом почв / Е. В. Шеин, М. А. Мазиров, Ф. Д. Микайылов и др. // Земледелие. № 6. С. 20–23.

5. Шеин Е. В., Рыжова И. М. Математическое моделирование в почвоведении: учебник. М.: Изд-во ИП «Маракушев», 2016. 400 с.

6. Гидродепозитарные и гидропроводящие свойства при моделировании влагопереноса в дерново-подзолистых почвах с помощью физически обоснованных моделей / Е. В. Шеин, Е. Б. Скворцова, С. С. Панина и др. // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2015. Вып. 80. С. 71–82.

7. Теории и методы физики почв / под ред. Е. В. Шеина и Л. О. Карпачевского. М.: Изд-во «Гриф и Ко», 2007. 616 с.

8. Amrollah G. Soil Thermal Properties Survey // International Journal of Advanced and applied science. 2014. Vol. 1(6). Pp. 31–36.

Forecasting Soil Temperature at Various Depths

M. A. Mazirov[1], E. V. Shein[2,4], A. V. Dembovetsky[2], A. I. Madi[2,3], A. I. Martynov[1]

[1]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moskva, 127550, Russian Federation

[2]Lomonosov Moscow State University, Leninskie gory, 1, Moskva, 119991, Russian Federation

[3]Ain Shams University, Khadaek Shubor, Kair, 11241, Egypt

[4]V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, Pyzhevskii per. 7, Moskva, 119017, Russian Federation

Abstract. *The dependence of the soil thermal diffusivity on soil moisture is used to predict multivariate calculations of the soil heat regime, to determine the optimal time for sowing, heating and cooling of soils. In order to develop a simple and generally available model for this dependence and the possibility of determining its parameters from pedotransfer functions (the dependence of the model parameters on the traditionally determined properties of soils: density, the content of organic matter and granulometric fractions), the dependence of thermal diffusivity for agro-podzol soils of Moscow Region was obtained experimentally by the Kondratiev method. It was calculated using functions of three types: according to the author's proposed quadratic model of a single-maximum (M-1), a model of a polynomial equation, used in forecasting models (M-2), and the wide-spread model (M-3), presented in the work of T. A. Arkhangelskaya. Comparison of the experimental data with the results obtained with the use of models showed that the smallest deviations from the experimentally determined values are characteristic for the proposed model (M-1), M-2 stably overestimates the thermal diffusivity values, and M-3 slightly understates them with the greatest variability in the modeling errors. The non-parametric Williams-Clute criterion reliably indicated that the proposed pedotransfer function of the quadratic equation (M-1) is better than the previously proposed models (M-2 and M-3) for predicting thermal diffusivity and calculating the temperature regime of the soil.*

Keywords: *temperature of soils; thermal diffusivity and humidity; pedotransfer functions.*

Author Details: *M. A. Mazirov, D. Sc. (Biol.), head of department (e-mail: mazirov@mail.ru); E. V. Shein, D. Sc. (Biol.), prof. (e-mail: evgeny.shein@gmail.com); A. V. Dembovetsky, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow; A. I. Madi, post graduate student (e-mail: ahmed_mady@agr.asu.edu.eg); A. I. Martynov, post graduate student.*

For citation: *Mazirov M. A., Shein E. V., Dembovetsky A. V., Madi A. I., Martynov A. I. Forecasting Soil Temperature at Various Depths. Zemledelie. 2018. No. 3. Pp. 18-20 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10303*

Каштанов Александр Николаевич

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик ВАСХНИЛ, РАСХН, РАН, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники

Александр Николаевич Каштанов родился 25 марта 1928 г. в с. Юрасово Бронницкого (ныне Раменского) района Московской области.

В 1952 г. окончил Московскую сельскохозяйственную академию им. К.А. Тимирязева.

Основные этапы работы: младший научный сотрудник СибНИИСХоз (1952-1953); главный агроном Ольгинской МТС (1953-1956); заместитель, затем начальник Омского облсельхозуправления (1956-1961); заведующий сельхозотдела, секретарь Омского обкома КПСС (1961-1964), инструктор орготдела ЦК КПСС (1964-1967), директор Алтайского НИИСХ (1967-1976), заместитель министра сельского хозяйства РСФСР (1967-1978), вице-президент, председатель Президиума СО ВАСХНИЛ (1978-1979), заместитель заведующего сельскохозяйственного отдела ЦК КПСС (1979-1983), вице-президент ВАСХНИЛ (1983-1992), первый вице-президент РАСХН (1992-2002). С 2002 г. заведующий отделом, главный научный сотрудник Почвенного института им. В.В. Докучаева.

Область научной и практической деятельности: земледелие, защита почв от эрозии, проблемы экологии и охраны окружающей среды. А.Н. Каштановым проведены всесторонние исследования по проблемам сохранения и повышения плодородия почв, защиты их от водной и ветровой эрозии. Значительное место занимают исследования по обработке целинных и залежных земель. В центре постоянного внимания – разработка зональных систем земледелия, совершенствование и освоение почвозащитного контурно-мелиоративного земледелия, направленного на сохранение и повышение плодородия почвы, борьбу с засухой и эрозией.

Александр Николаевич – основатель нового направления – адаптивно-ландшафтного земледелия. Им разработаны и опубликованы принципы земледелия на ландшафтной основе с разными формами землепользования. Подготовленные под его руководством рекомендации внедрены на больших площадях на территории России.

Глубокие теоретические исследования и практическая направленность разработок в области земледелия выдвинули А.Н. Каштанова в ряд ведущих ученых международного уровня. Он был председателем научных советов по проблемам экологии в АПК, по агроландшафтам, по проблемам эрозии и дефляции почв; членом бюро Отделения земледелия; председателем редакционного совета журнала «Доклады Россельхозакадемии»; членом президиума, вице-президентом Центрального совета Докучаевского общества почвоведов. На сегодняшний день Александр Николаевич академик Международной славянской академии наук, образования, искусств и культуры, член аграрных академий Беларуси, Грузии, Украины; член редколлегий журналов «Земледелие» и «Почвоведение».

Особое внимание А.Н. Каштанов уделяет работе с молодыми учеными. Им создана научная школа по проблеме защиты почв от эрозии и дефляции, подготовлено 10 докторов и 15 кандидатов наук.

Александр Николаевич автор около 500 научных работ, в том числе 10 монографий: «Защита почв от ветровой эрозии» (1974); «Почвозащитное земледелие» (1979); «Устойчивость земледелия» (1983); «Почвоводоохранное земледелие» (1984); «Основы ландшафтно-экологического земледелия» (1994); «Методика разработки систем земледелия на ландшафтной основе» (1996); «Агроэкология почв склонов» (1997).

В 1999 г. под руководством А.Н. Каштанова и Л.Л. Шишова была издана Государственная почвенно-эрозионная карта России (М. 1:2,5 млн).

За цикл научных работ по почвозащитному земледелию и проблемам охраны окружающей среды Александр Николаевич награжден Золотыми медалями имени акад. В.Р. Вильямса (1980), акад. С.И. Вавилова (1989), Почетного акад. ВАСХНИЛ Т.С. Мальцева (1996), акад. ВАСХНИЛ А.И. Бараева (1990); удостоен звания «Заслуженный деятель науки» (1993).

В 2000 г. академик А.Н. Каштанов (руководитель коллектива авторов) за разработку научных основ формирования экологически сбалансированных, высокопродуктивных агроландшафтов и систем земледелия был удостоен Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники.

В 2003 г. Александру Николаевичу присвоено звание Международного Ученого года (Центр Кембридж), в 2013 г. он награжден Дипломом РАСХН «За лучшую завершенную научную разработку» (по эрозии почв).

А.Н. Каштанов удостоен двух орденов «Почета», двух орденов «Трудового Красного Знамени», ордена «Ленина», ордена «За заслуги перед отечеством»; медалей «За освоение целинных и залежных земель», «За доблестный труд», «Ветеран труда», «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945», «За труды в сельском хозяйстве». Александра Николаевича многократно избирали депутатом областного и краевого Советов депутатов, дважды – депутатом Верховного Совета РСФСР.

Коллектив Почвенного института им. В.В. Докучаева и редакция журнала «Земледелие» от всей души поздравляют Александра Николаевича с юбилеем, желают крепкого здоровья и новых свершений.

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10304
УДК: 633.34:631.55(470.325)

Урожай и качество семян сортов сои в лесостепи ЦЧР на разноудобренных фонах

А. А. МУРАВЬЁВ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru)
А. Г. ДЕМИДОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: ya-demidova-anya@ya.ru)
Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина, ул. Вавилова, 1, пос. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., 308503, Российская Федерация

В условиях лесостепи ЦЧР в Белгородском области проводили сравнительное изучение 5 сортов сои разной скороспелости (Белгородская 48, Белгородская 6, Белгородская 7, Белгородская 8 и Бара) на трех фонах – без удобрений и инокуляции семян (контроль); предпосевная инокуляция семян соевым Нитрагином КМ, созданным в ООО «НТЦ БИО», основой которого служит высоковирулентный штамм клубеньковых бактерий Bradyrhizobium japonicum 206; внесение азотного удобрения в дозе 2 ц/га аммиачной селитры в период вегетации (после фазы ветвления) сои. Опыты проводили в засушливом 2015 г., во влагообеспеченых 2016 и 2017 гг., но в 2017 г. до периода бутонизации сои преобладали низкие положительные температуры, которые оказали отрицательное влияние на продуктивность растений всех изучаемых сортов. Почва опытного участка чернозём типичный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистого механического состава. Выявлены преимущества сорта сои Белгородская 8, растения которого были более высокостебельными и облиственными, формировали больше активных азотфиксирующих клубеньков на корнях, бобов и семян на растениях, отличались повышенной урожайностью и экономической эффективностью. Растения этого сорта обеспечивали более высокие сборы белка и масла с 1 га посевов как на неудобренном, так и на удобренных фонах. Их урожайность составила по трем агрофонам соответственно 25,7 ц/га, 28,4 ц/га и 26,9 ц/га, в среднем – 27,0 ц/га. Урожайность сортов сои Белгородская 48, Белгородская 6 и Белгородская 7 в среднем по фонам уступала сорту Белгородская 8 на 3,6 ц/га, 2,3 ц/га и 2,9 ц/га соответственно. Наименее продуктивным был сорт Бара. Инокуляция семян соевым нитрагином улучшала развитие растений и увеличивала урожайность на 1,0-2,7 ц/га, прибыль – на 1,39-5,12 тыс.руб./га, уровень рентабельности возделывания изучаемых сортов сои – на 2-16 %, минеральное азотное удобрение повышало сбор семян сои на 0,4-1,2 ц/га, при этом прибыль и уровень рентабельности были меньше, чем в контроле, на 0,4-2,8 тыс. руб./га. и 17-24 % соответственно.

Ключевые слова: *сорт, соя, Glycine hispida max L, инокуляция, азотное удобрение, урожайность, зерновая продукция, белковость, масличность, себестоимость, прибыль, рентабельность.*

Для цитирования: *Муравьёв А. А., Демидова А. Г. Урожай и качество семян сортов сои в лесостепи ЦЧР на разноудобренных фонах // Земледелие. 2018. № 3. С. 22-25. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10304.*

Соя – зернобобовая белково-масличная культура, имеющая важнейшее продовольственное, кормовое, агротехническое, техническое и экологическое значение. Она пользуется большим спросом, как на внутреннем, так и на внешнем рынках [1, 2, 3].

В последние полтора-два десятилетия в нашей стране, в том числе в Центральном Черноземье, значительно увеличились площади посевов и объемы производства семян сои и соепродуктов [4, 5, 6, 7]. С появлением большого числа сортов северного экотипа соя обрела статус важной технической, высокодоходной и рентабельной культуры. Интерес сельхозпроизводителей к ней очень большой. В связи с этим резко увеличивается актуальность научных исследований, нацеленных на выявление более продуктивных сортов на разных агрофонах, изучение влияния инокуляции семян и азотного удобрения на развитие растений, величину и качество урожая сои. Хотя эти вопросы в той или иной степени были изучены в Воронежской области и других соесеющих регионах страны [8, 9, 10, 11], они до сих пор не утратили свою актуальность, особенно в Белгородской области, где наши исследования отличаются новизной.

Цель исследований – определить зависимость урожайности и качества семян разных сортов сои, а также экономическую эффективность их возделывания при предпосевной обработке Нитрагином КМ и азотной подкормке в условиях в лесостепи ЦЧР.

Исследования проводили в 2015-2017 гг. в коллекционном питомнике кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина (Белгородская область). Объектом исследования были сорта сои Белгородская 48, Белгородская 6, Белгородская 7, Белгородская 8 и Бара, различающиеся по скороспелости. Сорт Бара считается очень ранним, Белгородская 7 – от очень раннего до раннего, Белгородская 48 и Белгородская 6 относятся к группе среднеранних, Белгородская 8 – от раннеспелого до среднеспелого. Все сорта испытывали на трех фонах: без удобрения (контроль); инокуляция семян препаратом Нитрагин КМ на основе высоковирулентного штамма клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum* 206 перед посевом; внесение азотного удобрения без инокуляции семян (после фазы ветвления).

Полевые опыты закладывали согласно существующим методическим указаниям. Высоту и массу воздушно-сухого вещества определяли в среднем для 25 растений, число и массу клубеньков – в среднем для 10 растений, площадь листьев – с использованием программы «ArseaS», разработанной в ФГБОУ ВПО Самарская государственная сельскохозяйственная академия. Посев осуществляли с междурядьями 15 см в оптимальные сроки на глубину 4-5 см с нормой высева 0,9 млн всхожих семян на 1 га сеялкой СС-11 «Альфа». Площадь учетной делянки – 4 м^2, повторность – шестикратная, размещение делянок – систематическое. Семена в вариантах без инокуляции нитрагином обрабатывали водой. Подкормку растений аммиачной селитрой в соответствующем варианте проводили путем поверхностного

внесения из расчета 2 ц/га. Урожай семян учитывали при обмолоте комбайном Sampo SR 2010 с пересчетом на 100 %-ную чистоту и 14 %-ную влажность.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов в годы опытов были не вполне типичными для региона. Так, в 2015 г. температура воздуха на 2 °С превысила среднюю многолетнюю норму, осадков выпало на 90,4 мм меньше нормы, в мае месяце среднемесячная температура составила 15,2 °С, сумма осадков – 34 мм, в критический период по отношению к влаге – июнь величины этих показателей были равны 19,7 °С и 100 мм, что положительно сказалось на урожайности семян сои. Июль и август отличались повышенным температурным режимом, однако на величину урожая он не повлиял. В 2016 г. средняя температура воздуха превысила норму на 2,5 °С, но осадков выпало на 127,6 мм больше нормы, в межфазный период бутонизация – цветение в июне средняя температура за месяц составила 21,8 °С, сумма ливневых осадков – 105 мм, что положительно сказалось на урожайности и элементах структуры продуктивности сортов сои, в июле–августе сумма осадков превышала норму, а температурный режим был неустойчивым. В 2017 г. температура воздуха была выше на 4,3 °С, а осадков выпало на 52 мм больше нормы. Май месяц отличался резкими понижениями температуры, которая в среднем оказалась на 0,3 °С меньше нормы, при этом осадков выпало на 14,1 мм больше среднемноголетней суммы. В таких условиях растения всех сортов сои на всех фонах развивались медленно. В период бутонизация–цветение в июне месяце среднемесячная температура воздуха составила 20,7 °С, сумма осадков – 50,5 мм, что оказало положительное влияние на продукционный процесс. В июле и августе температурный режим и количество осадков находились в пределах среднемноголетних значений и не оказывали существенного влияния на урожайность культуры.

Почва опытного участка – чернозем типичный, среднемощный, среднегумусовый, тяжелосуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса в пахотном слое – 4,54 %, pH солевой вытяжки – 6,7, содержание легкогидролизуемого азота – 137,2 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) – 138 и 126,0 мг/кг соответственно.

Сравнительное изучение состояния сои на различных фонах выявило заметные преимущества нового сорта Белгородская 8. Растения этого сорта активно вегетировали на 4-9 суток дольше, были более высокорослыми (на 9,8-15,4 см), хорошо облиственными, формировали большую, в сравнении с другими сортами, воздушно-сухую массу и число активных клубеньков на корнях (на 5,5-19,7 г/раст. и 25-34 шт./раст. соответственно).

Краснодарский сорт Бара уступал белгородским по высоте на 1,4-9,7 см, массе – на 0,8-2,7 г./раст, числу активных азотфиксирующих клубеньков на корнях – на 7,2-13,4 шт./раст., их массе – на 0,21-0,37 г/раст., что, очевидно, связано с его скороспелостью.

Инокуляция семян резко увеличивала число и массу активных клубеньков на 7,2-22 %, в сравнении с контрольным вариантом, что, надо полагать, улучшило азотное питание и положительно сказалось на формировании всех вегетативных органов растений изучаемых сортов.

Поверхностное внесение азотного удобрения, обусловило увеличение продолжительности вегетации на 5 суток, а инокуляция семян сокращала вегетацию всех сортов на 5-12 суток, по сравнению с контролем. Возможно, это результат позднего поверхностного внесения азотного удобрения.

Положительное действие изучаемых агроприемов отразилось и на формировании элементов продуктивности сои. По сравнению с контролем, на фоне инокуляции семян по всем сортам число бобов на растении увеличивалось в среднем на 2,6 шт. (на 13,2 %), число семян – на 5,5 шт./раст. (13,5 %), их масса – на 0,8 г/раст. (15,1 %), число семян в бобе – на 0,4 шт. (16,7 %). Наибольшие величины этих показателей отмечены у сорта Белгородская 8. Растения сорта Бара формировали меньше бобов и семян, однако их семена были на 7-53 г крупнее, чем у других сортов, на всех изучаемых фонах.

Минеральный азот аммиачной селитры (N_{68}), внесенный поверхностно в фазе ветвления растений сои, увеличивал формирование элементов её продуктивности менее значительно: число бобов на растении в среднем за 3 года повысилось на 0,7 шт./раст. (на 3,6 %), число семян – на 1,8 шт./раст. (4,7 %), массу семян – на 0,2 г/раст. (3,8 %).

Урожайность всех сортов сои зависела от погодных условий. Большей она была во влажном 2016 г., меньшей – в засушливом 2015 г. и холодном 2017 г. В среднем за три года сбор семян культуры по фонам варьировал от 20,9 до 28,4 ц/га соответственно (табл. 1).

На всех трех фонах более урожайным оказался среднеспелый сорт Белгородская 8, а ранний сорт Бара уступал всем белгородским сортам сои. Так, в среднем по опыту сбор семян сои Белгородская 8 составил 27,0 ц/га, Белгородская 48, Белгородская 6 и Белгородская 7 – 23,5;

1. Урожайность сортов сои в зависимости от инокуляции семян и азотного удобрения (2015-2017 гг.), ц/га

Сорт	Урожайность			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя
Контроль (без инокуляции семян и без удобрений)				
Белгородская 48	17,2	32,6	18,2	22,7
Белгородская 6	16,2	35,0	20,7	24,0
Белгородская 7	15,9	34,4	19,4	23,2
Белгородская 8	19,4	35,6	22,1	25,7
Бара	13,9	32,1	17,5	21,2
Средняя по сортам	16,5	33,9	19,6	23,3
Инокуляция семян (без удобрений)				
Белгородская 48	19,8	34,2	19,3	24,4
Белгородская 6	18,7	36,7	21,4	25,6
Белгородская 7	19,2	35,9	20,8	25,3
Белгородская 8	22,6	38,8	23,9	28,4
Бара	15,4	33,2	18,1	22,2
Средняя по сортам	19,1	35,8	20,7	25,2
Аммиачная селитра 2 ц (без инокуляции)				
Белгородская 48	17,5	34,0	19,0	23,5
Белгородская 6	16,7	35,6	21,0	24,4
Белгородская 7	16,2	35,2	20,0	23,8
Белгородская 8	21,5	36,9	22,4	26,9
Бара	14,9	29,7	18,0	20,9
Средняя по сортам	17,4	34,3	20,1	23,9
Средняя по фонам				
Белгородская 48	18,2	33,6	18,8	23,5
Белгородская 6	17,2	35,8	21,0	24,7
Белгородская 7	17,1	35,2	20,1	24,1
Белгородская 8	21,2	37,1	22,8	27,0
Бара	14,7	31,7	17,9	21,4
$НСР_{05}$ для фактора А (сорт)	1,9	1,4	1,6	1,4
$НСР_{05}$ для фактора В (фон) и АВ	1,6	1,0	1,1	1,0

2. Содержание, сбор белка и масла в семенах сортов сои в зависимости от инокуляции и азотного удобрения (среднее за 2015-2016 гг.)

Сорт	Сбор сухого вещества в урожае семян, ц/га	Содержание (в сухом веществе), %		Сбор с урожаем, кг/га	
		белка	масла	белка	масла
Контроль (без инокуляции семян и без удобрений)					
Белгородская 48	21,4	35,4	20,6	758	441
Белгородская 6	22,0	36,1	20,5	794	451
Белгородская 7	21,7	36,4	20,4	790	443
Белгородская 8	23,6	39,6	20,3	935	479
Бара	19,8	33,9	20,9	671	414
В среднем по сортам	21,7	36,3	20,5	790	446
Инокуляция семян (без удобрений)					
Белгородская 48	23,2	41,2	21,7	956	503
Белгородская 6	23,8	40,4	23,2	962	552
Белгородская 7	23,7	41,3	22,9	979	543
Белгородская 8	26,4	42,5	23,4	1122	618
Бара	20,9	39,4	21,7	823	454
В среднем по сортам	23,6	41,0	22,6	968	534
Аммиачная селитра 2 ц (без инокуляции)					
Белгородская 48	22,2	40,0	21,2	888	471
Белгородская 6	22,5	39,8	21,1	896	482
Белгородская 7	22,1	39,8	21,2	880	468
Белгородская 8	25,1	42,0	22,2	1055	557
Бара	19,2	39,3	21,2	753	407
В среднем по сортам	22,2	40,2	21,4	894	477

24,7 и 24,1 ц/га соответственно, Бара – только 21,4 ц/га.

Предпосевная инокуляция семян соевым нитрагином повысила урожайность изучаемых сортов в среднем с 23,3 ц/га в контроле до 25,2 ц/га, или на 8,2 %. При этом урожайность сорта Белгородская 8 увеличилась на 10,5 %, а сорта Бара – только на 4,7 %.

Внесение минерального азотного удобрения увеличило среднюю урожайность сортов сои лишь на 0,6 ц/га, или на 2,6 %, то есть было малоэффективным.

Наибольшее содержание белка в семенах сои отмечено у среднеспелого сорта Белгородская 8 (41,4 % в среднем по трем агрофонам), а самое низкое – у раннего сорта Бара (37,5 %). У других сортов белгородской селекции средняя по фонам величина этого показателя мало отличалась и варьировала от 38,8 до 39,2 % (табл. 2).

Улучшение азотного питания растений сои, прежде всего в результате инокуляции семян (то есть благодаря использованию азота воздуха фиксированного клубеньковыми бактериями), а также путем внесения минерального азота обусловило заметное повышение белковости семян, по сравнению с контролем, на 2,9-5,8 % и 2,4-5,4 % соответственно.

Масличность семян сои на контрольном агрофоне варьировала от 20,3 до 20,9 %. Она слабо изменялась в зависимости от сорта, хотя на удобренных фонах отмечали некоторое преимущество сорта Белгородская 8. Инокуляция семян и внесение аммиачной селитры обусловили четкую тенденцию увеличения масличности семян, которая в среднем по сортам была больше, чем в контроле, на 2,1 и 0,9 % соответственно.

Создание благоприятных условий для развития растений сои напрямую зависело от инокуляции семян и внесения минерального удобрения, что в дальнейшем оказывало определенное влияние на величину урожая, а, следовательно, и на экономические показатели.

Результаты расчетов свидетельствуют, что в условиях юго-западной части Центрального Черноземья возделывание сои всех изучаемых сортов во всех вариантах опыта было экономически целесообразно. Так же установлено, что стоимость полученной продукции определял в основном уровень урожайности. Наиболее выгодным в 2015-2017 гг. было выращивать все сорта сои на фоне инокуляции семян нитрагином без применения удобрений (табл. 3).

Анализ экономической эффективности изучаемых приёмов возделывания сои показал, что себестоимость производства 1 т семян варьировала по сортам и фонам от 8,76 до 12,0 тыс. руб. При инокуляции семян она уменьшалась, по сравнению с контролем, на 0,11-0,61 тыс. руб./т, а в вариантах с внесением аммиачной селитры возрастала, по отношению к контролю и инокуляции, на 0,74-1,41 тыс. руб./т и 1,35-1,52 тыс. руб./т соответственно.

Экономически более эффективным было выращивание сортов белгородской селекции, особенно самого урожайного в опыте нового сорта Белгородская 8, при возделывании которого отмечали наибольший размер прибыли (от 32,20 тыс. до 37,32 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (от 134 до 150 %), что выше, чем у других белгородских сортов, на 2,56-8,21 тыс. руб./га. Себестоимость его производства в лучших вариантах составляла 8,76-9,37 тыс. руб./т и была ниже, чем у других сортов, на 0,3-3,24 тыс. руб./т. Экономическая эффективность выращивания сорта Бара была наименьшей (прибыль – от 23,97 тыс. до 25,36 тыс.руб./га, рентабельность от 107 до 109 %).

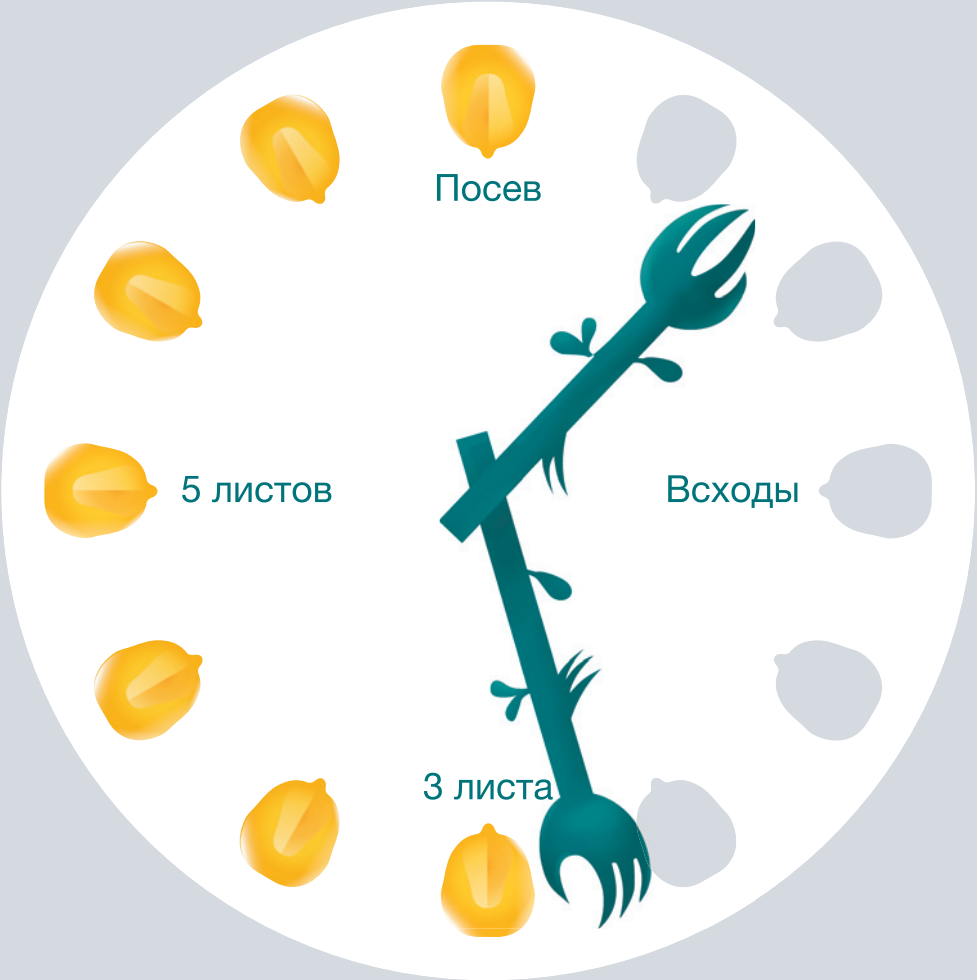
Наибольшая прибыль и рентабельность выращивания всех сортов сои отмечены при инокуляции семян биопрепаратом Нитрагин КМ. Его применение оказалось экономически выгоднее, по сравнению с контролем, на 1,39-5,12 тыс. руб./га, с внесением минерального удобрения – на 0,38-2,78 тыс. руб./га. Использование минерального удобрения увеличивало затраты, по сравнению с инокуляцией семян, на 2,35-2,53 тыс. руб./га и снижало уровень рентабельности на 26-33 %.

Результаты сравнительного изучения пяти сортов сои (Белгородская 48, Белгородская 6, Белгородская

3. Экономическая эффективность сортов сои в зависимости от инокуляции и азотной подкормки (2015-2017 гг.)

Сорт	Урожайность, ц/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Себестоимость, тыс. руб./т	Прибыль, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль						
Белгородская 48	22,7	49,71	23,70	10,44	26,01	110
Белгородская 6	24,0	52,56	22,92	9,55	29,64	129
Белгородская 7	23,2	50,81	22,22	9,58	28,59	129
Белгородская 8	25,7	56,28	24,08	9,37	32,20	134
Бара	21,2	46,43	22,46	10,59	23,97	107
Инокуляция семян (без удобрений)						
Белгородская 48	24,4	53,44	24,35	9,98	29,09	119
Белгородская 6	25,6	56,06	23,57	9,21	32,49	138
Белгородская 7	25,3	55,41	22,98	9,08	32,43	141
Белгородская 8	28,4	62,20	24,88	8,76	37,32	150
Бара	22,2	48,62	23,26	10,48	25,36	109
Аммиачная селитра 2 ц (без инокуляции)						
Белгородская 48	23,5	51,47	26,70	11,36	24,77	93
Белгородская 6	24,7	54,09	26,10	10,57	27,99	107
Белгородская 7	24,1	52,78	25,41	10,54	27,37	108
Белгородская 8	27,0	59,13	27,31	10,11	31,82	117
Бара	21,4	46,87	25,68	12,00	21,19	83

ДЕЙСТВУЙТЕ РАНЬШЕ СОРНЯКОВ



ЛЮМАКС® — уникальный гербицид для защиты кукурузы, позволяющий контролировать многие виды злаковых и двудольных сорняков в течение всего сезона, благодаря однократной обработке

Люмакс®

syngenta®

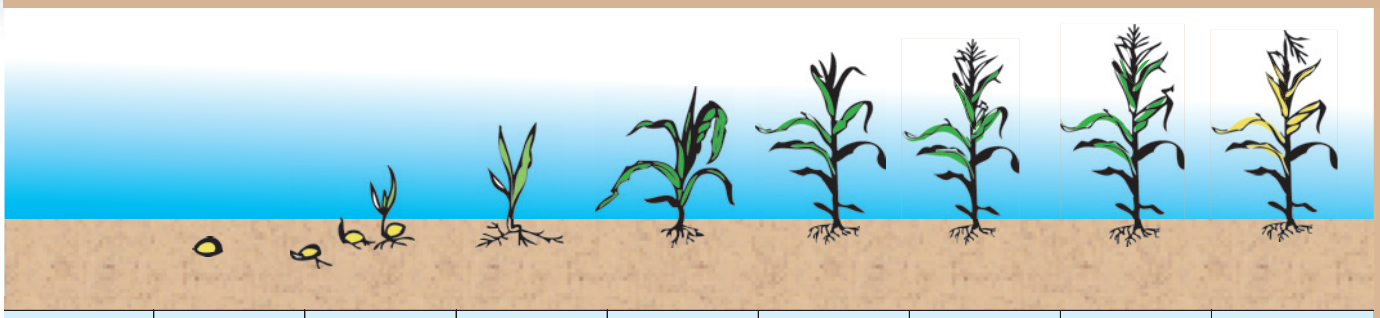
Узнайте больше о продукции компании «Сингента» по телефону горячей линии агрономической поддержки 8 800 200–82–82, а также на сайте www.syngenta.ru

®

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ
сельскохозяйственных культур

ПРОГРАММА ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
КУКУРУЗА

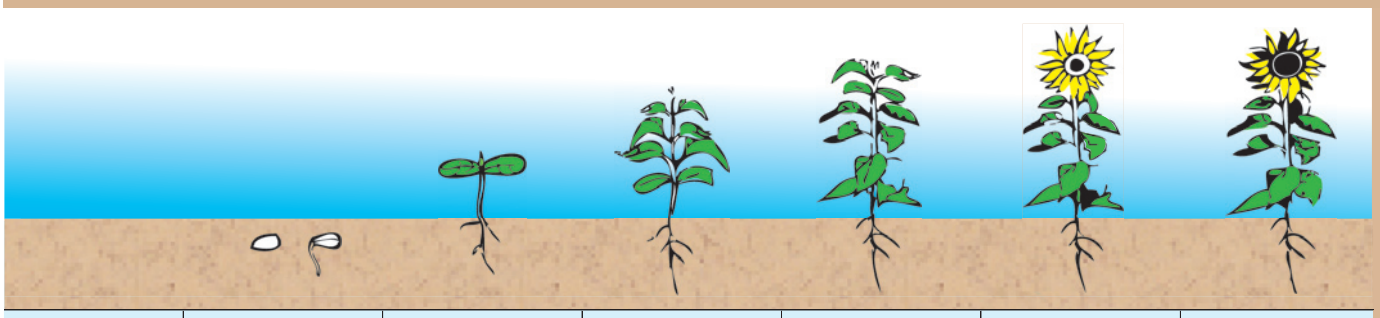
БУЙСКИЕ УДОБРЕНИЯ



	ПОСЕВ	ВСХОДЫ	РАЗВИТИЕ ЛИСТЬЕВ	ТРУБКОВАНИЕ	ВЫБРАСЫВАНИЕ МЕТЕЛКИ	ЦВЕТЕНИЕ	НАЛИВ-МОЛОЧНАЯ СМЕСЬ	ПОЛНАЯ СПЕЛОСТЬ
Обработка семян **АКВАМИКС СТ** 100 г/тн	При посеве в рядки **ОМУ „Кукурузное"** 200 кг/га		**АКВАРИН №5** 3 кг/га + Хелатэм Zn 0.25 кг/га		**АКВАРИН №5** 3 кг/га + Метаборат калия 0.25 кг/га			

ПРОГРАММА ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
ПОДСОЛНЕЧНИК

БУЙСКИЕ УДОБРЕНИЯ



	ПОСЕВ	ВСХОДЫ	3-4 ПАРЫ ЛИСТЬЕВ	6-8 ПАР ЛИСТЬЕВ	ЦВЕТЕНИЕ	ДОЗРЕВАНИЕ
Обработка семян **АКВАМИКС СТ** 100 г/тн семян	При посеве в рядки **ОМУ „Подсолнечное"** 200 кг/га		**АКВАРИН №5** 3 кг/га + Метаборат калия 0.2 кг/га		**АКВАРИН №5** 3 кг/га + Метаборат калия 0.2 кг/га	

АКВАРИН

комплексное водорастворимое удобрения

Рациональное использование удобрений, прогрессивные способы их применения с целью повышения урожая и улучшения его качественных показателей являются основой эффективного растениеводства.

Оптимизация питания растений в критические фазы развития некорневыми подкормками как раз является таким приемом.

Некорневая подкормка является дополнительным способом питания растений. Она не заменяет основное внесение удобрений, хотя в ряде случаев может быть единственно возможным путем внесения элементов питания.

Известно, что все основные элементы питания: азот , фосфор, калий, а также магний и микроэлементы эффективно и быстро поглощаются листьями растений и либо непосредственно включаются в синтез органических веществ, либо переносятся в другие органы растений и используются во внутриклеточном обмене, оказывая положительное влияние на важнейшие физические процессы.

На чем основана эффективность „Акварина”?

- Позволяет корректировать питание растений в критические фазы развития
- Усиливает поступление элементов питания в растение через корневую систему
- Некорневые подкормки в поздние фазы вегетации позволяют существенновлиять на качество урожая
- Акварин действует как антистрессант, помогая растениям легче переносить стресс от воздействия ядохимикатов
- Является экономически выгодным приемом

БОЛЬШОЙ ВЫБОР МАРОК

Марка	Показатели (%):												
	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NH_2$	Всего N	P_2O_5	P	K_2O	K	MgO	Mg	S	Насыщенный р-р при 20^0C, %	pH 1% - р-ра
«Акварин 1»	7,0	-	-	7,0	11,0	4,8	30,0	24,9	4,0	2,4	3,0	25	4,8
«Акварин 2»	6,3	-	7,7	14,0	10,0	4,3	28,0	23,2	2,5	1,5	1,5	20	4,0
«Акварин 3»	3,0	-	-	3,0	11,0	4,8	35,0	29,0	4,0	2,4	9,0	15	3,4
«Акварин 4»	4,5	1,5	-	6,0	12,0	5,2	33,0	27,4	3,0	1,8	7,0	20	3,4
«Акварин 5»	3,9	2,1	12,0	18,0	18,0	7,9	18,0	14,9	2,0	1,2	1,5	25	4,6
«Акварин 6»	11,3	3,7	-	15,0	5,0	2,2	30,0	24,9	1,7	1,0	1,3	20	5,0
«Акварин 7»	7,0	6,0	-	13,0	5,0	2,2	25,0	20,8	2,0	1,2	8,0	25	4,8
«Акварин 8»	11,9	7,1	-	19,0	6,0	2,6	20,0	16,6	1,5	0,9	1,4	20	4,8
«Акварин 9»	6,8	13,2	-	20,0	8,0	3,5	8,0	6,6	1,5	0,9	9,0	20	3,8
«Акварин 10»	7,9	12,1	-	20,0	5,0	2,2	10,0	8,3	1,5	0,9	8,4	25	3,9
«Акварин 11»	10,0	8,0	-	18,0	18,0	7,9	18,0	14,9	-	-	-	25	4,8
«Акварин 12»	10,0	2,0	-	12,0	12,0	5,2	35,0	29,0	1,0	0,6	0,7	20	4,8
«Акварин 13»	4,4	8,6	-	13,0	41,0	17,9	13,0	10,8	-	-	-	25	4,2
«Акварин 14»	8,0	9,0	-	17,0	6,0	2,6	18,0	14,9	1,5	0,9	7,0	25	3,9
«Акварин 15»	3,0	-	-	3,0	11,0	4,8	38,0	31,5	3,0	1,8	9,0	15	4,3
«Акварин 16»	6,0	-	-	6,0	12,0	5,2	36,0	29,9	2,0	1,2	4,0	20	4,0

Все марки содержат полный набор микроэлементов в форме хелатов:
Fe (ДТПА) – 0,054%; Zn (ЭДТА) – 0,014%; Cu (ЭДТА) – 0,01%; Mn (ЭДТА) – 0,042%; Mo – 0,004%; B – 0,02%.

БУЙСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД

www.bhz.ru

СОХРАНИМ И УВЕЛИЧИМ ВАШ УРОЖАЙ

www.kccc.ru

ТОРГОВЫЙ ДОМ
Кирово-Чепецкая Химическая Компания

15 ЛЕТ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ

ЗАЩИТА ОТ БОЛЕЕ 400 ВРЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ

ЗАЩИТА ЗЕРНОВЫХ

Протравители
Грандсил, КС
Грандсил Ультра, КС
Пионер, КС
Стрит, КС

Инсектициды
Аккорд, КЭ
Восторг, КС
Дитокс, КЭ
Калаш, ВРК
Лассо, КЭ

Фунгициды
Аваксс, КЭ
Кэнсел, КС

Гербициды
Арбалет, СЭ
Гарнизон, ВР
Глифор, ВР
Гран-при, ВДГ
Ковбой супер, ВГР
Метафор, СП
Монолит, ВДГ
Рапира, КЭ
Рефери, ВГР
Тайгер, ЭМВ
Тайгер 100, КЭ
Рапира, КЭ + Гран-при, ВДГ
Рефери, ВГР + Гран-при, ВДГ
Рефери, ВГР + Метафор, СП
Ковбой супер, ВГР + Гран-при, ВДГ

Алтайский край
altai@kccc.ru
+7-922-927-68-80
+7-922-927-70-60

Амурская область
amur.region@kccc.ru
+7-922-900-74-40

Белгородская область
belgorod@kccc.ru
+7-922-927-80-90

Калининградская область
kaliningrad@kccc.ru
+7-922-966-64-34

Краснодарский край
krasnodar@kccc.ru
+7-922-900-74-41

Нижний Новгород
n.novgorod@kccc.ru
+7-922-966-60-12

Новосибирская область
novosibirsk@kccc.ru
+7-922-900-74-64

Омская область
omsk@kccc.ru
+7-922-900-74-73

Оренбургская область
orenburg@kccc.ru
+7-922-966-65-00

Республика Башкортостан
bashkortostan@kccc.ru
+7-922-900-74-77

Республика Мордовия
mordoviya@kccc.ru
+7-922-900-75-85

Ростовская область
rostov@kccc.ru
+7-922-966-59-77

Ставропольский край
stavropol@kccc.ru
+7-922-966-60-16

Тамбовская область
tambov@kccc.ru
+7-922-966-59-88

Тюменская область
tyumen@kccc.ru
+7-922-966-60-04

Челябинская область
chelyabinsk@kccc.ru
+7-922-747-26-46

7, Белгородская 8 и Бара) на трех агрофонах (без удобрений и инокуляции; инокуляция семян; внесение аммиачной селитры в дозе 2 ц/га) позволяют сделать следующее заключение:

сорт сои Белгородская 8 превосходит другие сорта по показателям роста и продуктивности. Растения этого сорта были более высокорослыми и облиственными, формировали больше активных азотфиксирующих клубеньков на корнях, а также бобов и семян. Менее продуктивным оказался сорт Бара. Средняя за три года урожайность сорта сои Белгородская 8 в среднем по трем фонам составила 27,0 ц/га, Белгородская 6 – 24,7 ц/га, Белгородская 7 – 24,1 ц/га, Белгородская 48 – 23,5 ц/га, а сорт Бара – 21,4 ц/га;

предпосевная инокуляция семян соевым Нитрагином КМ, содержащим высоковирулентный штамм клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum 206*, заметно улучшала ростовые процессы, состояние растений и формирование элементов их продуктивности, в сравнении с контрольным вариантом, у всех сортов сои. Средняя урожайность сои всех изучаемых сортов увеличилась благодаря использованию этого агроприема с 23,3 ц/га на контрольном агрофоне до 25,2 ц/га, или на 8,2 %. Более отзывчивыми на инокуляцию семян оказались сорта сои Белгородская 8 (прибавка 10,5 %) и Белгородская 7 (9,0 %). Слабее всех на применение этого агроприема реагировал сорт Бара (прибавка 4,7 %). Аналогичным образом изменялись показатели прибыли и рентабельности производства семян указанных сортов;

минеральное азотное удобрение, внесенное в форме аммиачной селитры 2 ц/га (после фазы ветвления), было менее эффективным, чем инокуляция семян. В среднем оно увеличило урожайность сортов сои только на 0,6 ц/га (на 2,5 %). Прибыль при этом была значительно меньшей, чем при инокуляции;

наибольшее содержание и сбор белка с урожаем семян сои отмечены при выращивании сорта Белгородская 8. Они составили в среднем по агрофонам 41,4 % и 1037 кг/га. Наименьшими величины этих показателей были у сорта Бара – 37,5 % и 749 кг/га соответственно. Инокуляция семян и применение азотного удобрения способствовали увеличению белковости семян на 2,4-5,8 %;

масличность семян сои слабо зависела от сорта. Улучшение условий питания растений повышало величину этого показателя на 0,3-3,1 %.

Литература.

1. Гатаулина Г. Г., Белышкина М. Е. Соя и другие зернобобовые культуры: импортировать или производить? // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 8. С. 5–11.

2. Кадыров С. В., Федотов В. А. Влияние сорта на урожай семян сои // Биологические основы и методы селекции и семеноводства культурных растений: сб. науч. тр. ВГАУ. Воронеж: Воронежский ГАУ, 1997. С. 141–145.

3. Кадыров С. В. Урожайность сортов сои в зависимости от удобрений и инокуляции семян // Соя и другие бобовые культуры Центрального Черноземья. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2001. С. 107–109.

4. Муравьёв А. А., Демидова А. Г. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания сортов сои // Проблемы и решения современной аграрной экономики: материалы международной научно-практической конференции. Белгород: Белгородский ГАУ, 2017. С. 147–148.

5. Столяров О. В. Структура, величина и качество урожая сои в лесостепи ЦЧР // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2002. № 6. С. 25–27.

6. Лукин С. В., Селюкова С. В. Агроэкологическая оценка микроэлементного состава растений сои // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 6. С. 34–36.

7. Федотов В. А., Кадыров С. В., Столяров О. В. Зависимость урожайности сои от симбиоза и фотосинтеза в ЦЧР // Аграрная наука. 2001. № 5. С. 8–10.

8. Муравьёв А. А. Результаты сравнительного изучения сортов сои белгородской селекции в условиях Белгородской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 10-1. С. 116-121 [Электронный ресурс]. URL: https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11873 (дата обращения: 14.10.2017).

9. Демидова А. Г., Муравьёв А. А. Влияние агротехнических приемов на формирование элементов структуры продуктивности сортов сои // Материалы международной научно-практической конференции Проблемы и решения современной аграрной экономики. Белгород: Белгородский ГАУ, 2017. С. 147–148.

10. Муравьёв А. А., Сергеева В. А. Влияние инокуляции семян белгородским нитрагином КМ на урожай и качество зерна сортов сои в лесостепи ЦЧР // Аграрная наука. 2017. № 9-10. С. 24–28.

11. Соя в России (монография) / В.А. Федотов, С.В. Гончаров, О.В. Столяров и др. / под ред. В. А. Федотова и С. В. Гончарова. М.: Агролига России, 2013. 432 с.

Yield and Grain Quality of Soybean Varieties in the Forest-Steppe of the Central Chernozem Region against Backgrounds with Different Fertilization

A. A. Murav'ev, A. G. Demidova
V. Ya. Gorin Belgorod State Agrarian University, ul. Vavilova, 1, pos. Maiskii, Belgorodskii r-n, Belgorodskaya obl., 308503, Russian Federation

Abstract. *Under conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region in Belgorod region, the authors studied comparatively five varieties of soybean of different earliness (Belgorodskaya 48, Belgorodskaya 6, Belgorodskaya 7, Belgorodskaya 8 and Bara) against three nutrient statuses. The backgrounds were without fertilizers and seed inoculation (control): presowing seeds inoculation by Nitragin KM; application of nitrogen fertilizer in the dose of 200 kg/ha of ammonium nitrate in the period of vegetation (before budding) of soybean. Nitragin KM was developed in OOO "NTTs BIO"; a highly virulent strain of nodule bacteria Bradyrhizobium japonicum 206 is a basis of it. The experiments were conducted in arid 2015, and in 2016 and 2017 with enough water availability; but in 2017 before the budding of soybean, low positive temperatures prevailed, which had a negative effect on the productivity of soybean plants of all varieties under the study. The soil of the experimental plot was chernozem typical, medium-thick, medium-humic, heavy loamy. The advantages of Belgorodskaya 8 soybean variety were revealed. The plants of this variety were higher, had more leaves, beans, and seeds, formed more active nitrogen-fixing nodules on the roots, were more productive, and economically more effective. Plants of this variety provided a higher harvest of protein and oil from a hectare of crops both against unfertilized and fertilized backgrounds. Their yields averaged 2.57 t/ha, 2.84 t/ha and 2.69 t/ha for all agricultural backgrounds; the average productivity was 2.70 t/ha. The yield of soybean 'Belgorodskaya 48', 'Belgorodskaya 6' and 'Belgorodskaya 7' averaged in terms of backgrounds yielded to 'Belgorodskaya 8': 360 kg/ha, 230 kg/ha and 290 kg/ha, respectively. Bara variety was the least productive. Inoculation of seeds with soybean Nitragin improved the development and increased the yield by 100–270 kg/ha, the profit – by 1,390–5,120 RUB/ha, the level of profitability of cultivating of the studied soybean varieties – by 2–16%. Mineral nitrogen fertilizer increased the harvest of soybean seeds by 40–120 kg/ha, while profit and profitability were less than in the control, by 400–2,800 RUB/ha and 17–24%, respectively.*

Keywords: *variety; soybean; Glycine hispida max L.; inoculation; nitrogen fertilizer; yield; grain production; protein content; oil content; cost; profit; profitability.*

Author Details: *A. A. Murav'ev, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: Aleksandr16_1988@mail.ru); A. G. Demidova, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: ya-demidova-anya@ya.ru).*

For citation: *Murav'ev A. A., Demidova A. G. Yield and Grain Quality of Soybean Varieties in the Forest-Steppe of the Central Chernozem Region against Backgrounds with Different Fertilization. Zemledelie. 2018. No. 3. Pp. 22-25 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10304.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10305
УДК 635.21:631.526.32

Урожайность и качество картофеля в зависимости от агроприемов выращивания

А.Э. ШАБАНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом (e-mail: agro-vniikh@mail.ru)
А.И. КИСЕЛЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Л.С. ФЕДОТОВА, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: coordinazia@mail.ru)
А.В. МИТЮШКИН, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией
Н.А. ТИМОШИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха, ул. Лорха, 23, пос. Красково, Люберецкий р-н, Московская обл., 140051, Российская Федерация

Эксперименты проводили в 2015-2017 гг. на новом среднеспелом сорте картофеля Вымпел селекции Всероссийского научно-исследовательского института картофельного хозяйства. В опыте изучали агротехнические приемы (сроки и густоту посадки, способы подготовки семенных клубней) с целью ускорения появления всходов, последующего развития растений и формирования значимого уровня урожайности до наступления неблагоприятных погодных условий (жара, дефицит влаги в почве), которые зачастую наблюдаются в последние годы. Ранняя посадка и проращивание клубней способствовали ускорению роста и развития растений на 2-9 дней, по сравнению с контролем. Высота растений в опыте была примерно одинаковой, за исключением варианта с загущением посадки, где она увеличивалась в среднем на 3,0 см. При проращивании клубней масса ботвы и площадь листовой поверхности была больше в среднем на 2,4 т/га и 3,3 тыс. м²/га, с загущением посадок – на 3,2 т/га и 4,6 тыс. м²/га соответственно, по сравнению с соответствующими контролями. Количество основных стеблей и число клубней в расчете на один куст снижалось в вариантах с проращиванием на 0,7 и 3,0 шт./куст соответственно. Обработка клубней биопрепаратом Прорастин не оказала существенного влияния на биометрические показатели растений. Прибавка урожая от ранней посадки в среднем за 3 года составляла до 2,2 т/га, или 5,2 %; от проращивания клубней – до 5,0 т/га, или 12,8 %; от загущения посадок – до 2,9 т/га, или 7,4 %. Условный доход от ранней посадки и проращивания клубней был равен 21 и 67 тыс. руб./га соответственно, а убыток от загущения посадок – 7 тыс. руб./га, по сравнению с соответствующими контролями. Существенных изменений качества клубней по вариантам опыта не отмечено.

Ключевые слова: *урожайность, срок и густота посадки, способ подготовки, биопрепарат, показатели качества клубней.*

Для цитирования: *Урожайность и качество картофеля в зависимости от агроприемов выращивания / А.Э. Шабанов, А.И. Киселев, Л.С. Федотова и др. // Земледелие. 2018. № 3. С. 26-28. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10305.*

В комплексе регулируемых внешних условий, под действием которых формируется количественная и качественная составляющие урожая, важную роль играет правильно выбранный срок посадки с учетом биологических особенностей возделываемого сорта, качества семенного материала, гранулометрического состава и температуры почвы [1, 2]. Практика выращивания картофеля показывает, что определение оптимальной густоты посадки, особенно для новых сортов, актуально и ее необходимо рассматривать в неразрывной связи с другими агроприемами, а также с учетом цели и назначения продукции в конкретных почвенно-климатических условиях [3, 4]. Эффективный прием, позволяющий ускорить появление всходов, последующее развитие растений и формирование урожая, – предпосадочная подготовка семенных клубней [5, 6]. Влияние сроков и густоты посадки, способов подготовки семенных клубней на урожайность и показатели качества в отдельности хорошо известно. Однако сведений об эффективности их комплексного применения в зависимости от биологических особенностей сортов, особенно новых, недостаточно.

В этой связи цель наших исследований определить отзывчивость среднеспелого сорта Вымпел на раздельное и совокупное применение различных агротехнических приемов: сроков и густоты посадки, способов подготовки семенных клубней.

Опыты проводили на экспериментальной базе «Коренево» ВНИИКХ (Московская область) в 2015-2017 гг. на дерново-подзолистой почве с низким содержанием гумуса (1,7-1,9 %), высоким – подвижного фосфора (213-356 мг/кг почвы) и ниже среднего – подвижного калия (126-132 мг/кг почвы). Посадку картофеля осуществляли клоновой сажалкой СН-4Б-К, клубнями массой 50-80 г на глубину 8-10 см в два срока: 3-я декада апреля (ранний); 1-я декада мая (контроль) с интервалом 7-10 дней при температуре почвы не ниже +5 °С. Густота посадки – 44 (контроль) и 54 тыс. клубней/га по схеме 75×30 и 75×25 см соответственно. Способы подготовки семенных клубней: без подготовки (контроль); проращивание; обработка перед посадкой биопрепаратом Прорастин, который, по сведениям разработчиков (ОАО «Гринтек»), сочетает свойства стимулятора роста и протравителя. Препарат производят из органического сырья естественного происхождения, расход – 2,3 л/10 л воды на 1 т клубней. Проращивание семенных клубней проводили при естественном освещении и температуре 16-18 °С в помещении за 30 дней до посадки. Минеральные удобрения (азофоска с добавлением калимагнезии) в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ вносили в середине апреля локально двумя лентами при нарезке гребней культиватором КРН-4,2 с туковысевающими аппаратами. Повторность в опыте 3-х кратная, площадь делянки – 22,5 м².

Вегетационный период 2015 г. был умеренно влажным (ГТК=1,67), что в целом благоприятно для картофеля. В мае температура воздуха находилась на уровне среднемноголетней (12,8 °С), а осадков выпало почти в 3 раза больше нормы ($ГТК_{май}$=4,0). Погода в июне отличалась резкими перепадами – в первой декаде очень жарко и сухо (ГТК=0,07); вторая и третья – жаркие и влажные (ГТК=0,9 и 2,8), среднесуточная температура воздуха была на 1,6 °С выше нормы. В июле температура воздуха находилась в пределах нормы (18,8 °С), сумма осадков – на 9,7 мм меньше среднемноголетней. В августе было тепло и очень сухо. Осадков выпало в 6 раз меньше нормы ($ГТК_{август}$=0,19).

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2016 г. в целом были удовлетворительными для роста и развития картофеля. Средняя температура воздуха за вегетационный период составила 18,6 °С, что на 2,1 °С выше нормы, осадков выпало 470,2 мм, или 180,5 % от нормы (260,5) мм (ГТК=2,15 – очень влажный).

Вегетационный период 2017 г. характеризовался невысокой температурой воздуха (особенно в начале вегетации растений), но в целом был благоприятным для картофеля. Средняя температура воздуха за вегетационный период составила 16,2 °С, при норме 16,5 °С осадков выпало 378,4 мм, или 145,3 % от нормы (ГТК= 2,05 – влажный, норма 1,3-1,4).

1. Урожайность клубней в зависимости от срока посадки и способа подготовки семенных клубней

Способ подготовки семенных клубней	Урожайность, т/га				Влияние (±)	
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя	срока посадки	способа подготовки
1-й срок посадки – 3-я декада апреля (ранний)						
Без подготовки (контроль)	36,9	35,9	44,7	39,2	+1,9	–
Пророщенные	41,7	40,2	50,7	44,2	+2,2	+5,0
Обработанные биопрепаратом Прорастин	35,4	34,7	43,8	38,0	+1,9	-1,2
2-й срок посадки – 1-я декада мая (контроль)						
Без подготовки (контроль)	34,4	34,3	43,3	37,3	–	–
Пророщенные	38,9	37,8	49,2	42,0	–	+4,7
Обработанные биопрепаратом Прорастин	33,5	33,7	41,1	36,1	–	-1,2
$НСР_{05}$ для частных различий, т/га	1,5	1,3	2,0			
$НСР_{05}$ для срока посадки, т/га					1,4	
$НСР_{05}$ для способа подготовки клубней, т/га						2,2
Влияние факторов, %					12	82

Фенологические наблюдения, определение биометрических показателей растений, столовых качеств клубней, экономических параметров выращивания, статистическую обработку данных урожайности осуществляли по общепринятым методикам [7, 8, 9, 10, 11].

При расчете экономической эффективности возделывания сортов в зависимости от исследуемых агроприемов учитывали дополнительные затраты, связанные с проращиванием клубней, стоимостью биопрепарата и увеличением нормы посадочного материала. Товарный урожай оценивали по 10 руб./кг, а не стандартную фракцию по 3 руб./кг.

Рост, развитие и биометрические показатели растений в опыте в разной степени определяли изучаемые агроприемы и метеоусловия вегетационного периода. Ранняя посадка и проращивание клубней способствовали ускорению роста и развития растений на 2-9 дней, по сравнению с контрольными вариантами. В 2017 г. из-за прохладной погоды появление всходов и дальнейшее развитие растений проходило с задержкой на 5-14 дней, по сравнению с предыдущими годами.

Высота растений в опыте была примерно одинаковой, за исключением варианта с загущенной посадкой, в котором она увеличивалась в среднем на 3,0 см. При проращивании клубней масса ботвы и площадь листовой поверхности была больше в среднем на 2,4 т/га и 3,3 тыс. м^2/га, с загущением посадок – на 3,2 т/га и 4,6 тыс. м^2/га, по сравнению с соответствующими контролями. Количество основных стеблей и число клубней в расчете на один куст снижалось в вариантах с проращиванием – на 0,7 и 3,0 шт./куст, соответственно. Обработка клубней биопрепаратом Прорастин не оказала существенного влияния на биометрические показатели растений.

В вариантах с посадкой клубней в первый срок (ранний) отмечен достоверный рост урожайности, в среднем на 1,9-2,2 т/га, или до 5,2 %, по сравнению с контролем. Это, по нашему мнению, связано с увеличением продолжительности периода вегетации растений на 4-7 дней до одновременного удаления ботвы в опыте. Влияние сроков посадки в 2015-2017 гг. на урожайность клубней составляло 17; 13 и 7 % от действия всех факторов в опыте соответственно, а в среднем за годы исследований – 12 %.

Наибольшее увеличение сбора клубней отмечено в варианте с проращиванием. Достоверная прибавка, по сравнению с контролем, в среднем за 3 года достигала 5,0 т/га, или 12,8 % (табл. 1). Влияние этого фактора на урожайность сорта в среднем составило 68 %, а по годам исследований – 65, 67 и 71 % соответственно. Это связано с ускорением роста и развития растений, а также с увеличением периода накопления урожая клубней на 9 дней, по сравнению с контролем, что указывает на необходимость более широкого распространения проращивания в производстве и частном секторе для получения стабильного и гарантированного урожая. Достоверной прибавки урожая от обработки клубней биопрепаратом Прорастин не выявлено.

Загущение посадок до 54 тыс. клубней/га приводило к положительному эффекту (табл. 2). Прибавка урожая, по сравнению с контролем, как в отдельные, так и в среднем за 3 года была существенной и достигала 2,9 т/га, или 7,4 %. Влияние фактора на урожайность картофеля в среднем составляло 51 %.

Изучаемые в опыте агроприемы по-разному воздействовали на товарность и показатели качества клубней. В блоке вариантов с ранней посадкой наблюдалась тенденция к увеличению товарности урожая, по сравнению с соответствующими вариантами поздней посадки, на 1-2 %, содержания крахмала и сухого вещества – на 0,1-0,6 % и уменьшению количества витамина С на 2,1-3,6 мг/%. Концентрация белка и редуцирующих сахаров в клубнях была практически одинаковой.

В вариантах с проращиванием товарность клубней была на 8-9 % выше, чем в контроле. Содержание крахмала и белка в клубнях уменьшалось на 0,3-0,5 и 0,1-0,2 % соответственно, а редуцирующих сахаров, напротив, возрастало на 0,05-0,11 %, по сравнению с контролем. Обработка клубней биопрепаратом Прорастин не оказала заметного влияния на показатели качества продукции.

Загущение посадок способствовало росту накопления в клубнях крахмала (на 0,2-0,8 %), витамина С (на 2,3-3,8 мг %) и, наоборот, уменьшению содержания белка (на 0,1-0,2 %) и редуцирующих сахаров (на 0,10-0,11) %, по сравнению с контролем.

Столовые качества клубней не зависели от изучаемых агроприемов. Клубни имели хороший вкус, слабо рассыпчатую мякоть, не темнеющую при варке (кулинарный тип В – пригоден для салатов, супов и гарниров для вторых горячих блюд и др.).

Проведенные расчеты подтвердили различную экономическую эффективность исследуемых агроприемов в опыте. Условный доход от ранней посадки в среднем за 3 года достигал 21 тыс. руб./га; от проращивания клубней – 67 тыс. руб./га, по сравнению с соответствующими контролями. При совместном их применении прибавка урожая составляла 6,9 т/га, а условный доход – 87 тыс. руб./га, по сравнению

2. Урожайность клубней в зависимости от срока и густоты посадки

Густота посадки клубней	Урожайность, т/га				± от	
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя	срока посадки	густоты посадки
1-й срок посадки – 3-я декада апреля (ранний)						
44 тыс. шт./га(контроль)	36,9	35,9	44,7	39,2	+1,9	–
54 тыс. шт./га	39,6	38,9	47,8	42,1	+2,4	+2,9
2-й срок посадки – 1-я декада мая (контроль)						
44 тыс. шт./га(контроль)	34,4	34,3	43,3	37,3	–	–
54 тыс. шт./га	36,6	37,0	45,6	39,7	–	+2,4
$НСР_{05}$ для частных различий, т/га	1,1	1,6	2,2			
$НСР_{05}$ для срока посадки, т/га					1,8	
$НСР_{05}$ для густоты посадки, т/га						2,3
Влияние факторов, %					32	51

с посадкой клубней без подготовки во второй срок. Загущение посадок было убыточным (–7 тыс. руб./га), что связано с уменьшением стоимости урожая из-за снижения товарности клубней и повышением затрат на увеличенную норму семян.

Таким образом, в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв Центрального региона Нечерноземной зоны ранняя посадка (3-я декада апреля при температуре почвы не ниже +5 °С) клубней, пророщенных при естественном освещении в течение 30 дней при t 16-18 °С, с густотой 44 тыс. шт./га и локальным внесением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ обеспечивала стабильно гарантированный урожай картофеля сорта Вымпел на уровне 44 т/га хорошего качества с высокими экономическими показателями производства.

Литература.

1. Дмитриева З.А. Оптимальные сроки посадки // Картофель и овощи. 1985. № 2. С. 15–17.
2. Эффективность раздельного и комплексного применения агроприемов при выращивании картофеля / А.Э. Шабанов, А.И. Киселев, С.Н. Зебрин и др. // Земледелие. 2016. № 1. С. 38–40.
3. Владимиров Ю.М. Урожайность и качество раннего картофеля в зависимости от сорта, способов проращивания и густоты посадки в условиях Волго-Вятского района: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2001. 24 с.
4. Зебрин С.Н., Шабанов А.Э., Киселев А.И. Отзывчивость новых сортов на приемы агротехники // Картофель и овощи. 2006. № 7. С. 14–15.
5. Чекмарев П.А. Влияние способов подготовки клубней к посадке на урожайность и показатели качества картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 6. С. 29–32.
6. Эффективные агроприемы на картофеле / А.Э. Шабанов, А.И. Киселев, С.Н. Зебрин и др. // Картофель и овощи. 2015. № 5. С. 27–28.
7. Методика исследования по культуре картофеля / под редакцией Н.С. Бацанова. М.: НИИКХ, 1967. 262 с.
8. Кирюхин В.П. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: НИИКХ, 1989. 142 с.
9. Методические указания по определению столовых качеств картофеля / под ред. С.М. Букасова. Л.: ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР), 1975. 15 с.
10. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научных исследований и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М.: ВНИИПИ, 1983. 149 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5, доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.

Yield and Quality of Potato Depending on Cultivation Practices

A.E. Shabanov, A.I. Kiselev, L.S. Fedotova, A.V. Mityushkin, N.A. Timoshina
A.G. Lorkh All-Russian Research Institute of Potato Farming, ul. Lorkha, 23, pos. Kraskovo, Lyuberetskii r-n, Moskovskaya obl., 140051, Russian Federation

Abstract. *The experiments were carried out in 2015–2017 with new mid-ripening potato variety 'Vympel', developed in the All-Russian Research Institute of Potato Farming. We studied agrotechnical practices (date and density of planting, methods of preparation of seed tubers using a biological preparation) in order to accelerate the germination, further development of plants and formation of significant level of yield before adverse weather conditions (heat, deficiency of moisture in the soil), which are often observed in recent years. Early planting and sprouting of tubers promoted the acceleration of plant growth and development by 2–9 days in comparison with control options. The height of plants in the test was approximately uniform, except for a variant with a dense plantation, where it increased on average by 3.0 cm. In the options with tuber sprouting, the mass of tops and leaf-surface area were higher on average by 2.4 t/ha and 3,300 m2/ha; in the variant with the dense plantation, they were higher by 3.2 t/ha and 4,600 m2/ha, respectively, in comparison with the corresponding controls. The quantity of the main stalks and the number of tubers decreased in the options with sprouting by 0.7 and 3.0 pcs/bush, respectively. The treatment of tubers by Prorastin preparation did not have a significant effect on biometric characteristics of plants. The harvest increase on average over three years was 2.2 t/ha, or 5.2%, due to the early planting; up to 5.0 t/ha, or 12.7%, due to the sprouting; up to 2.9 t/ha, or 7.4%, due to the dense plantation. The conditional income due to the early planting and germination of tubers was 21,000 and 67,000 rubles/ha, respectively, and the loss from thickening of plantations – 7,000 rubles/ha, compared with the corresponding controls. No significant changes in the quality of tubers were observed in the variants of the experiment.*

Keywords: *productivity; quality; planting dates and density; methods of preparation; biological preparation; indices of tuber quality.*

Author Details: *A.E. Shabanov, Cand. Sc. (Agr.), head of division (e-mail: agro-vniikh@mail.ru); A.I. Kiselev, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; L.S. Fedotova, D. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: coordinazia@mail.ru); A.V. Mityushkin, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory; N.A. Timoshina, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow.*

For citation: *Shabanov A.E., Kiselev A.I., Fedotova L.S., Mityushkin A.V., Timoshina N.A. Yield and Quality of Potato Depending on Cultivation Practices. Zemledelie. 2018. No. 3. Pp. 26-28 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10305.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10306
УДК 631.821:631.8:631.445.25:631.559:631.582

Технология комплексного применения удобрений, химических и биологических мелиорантов, средств защиты растений в плодосменном севообороте*

Е. Н. ДЬЯЧЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: agrohim_170@mail.ru)
А. А. РАЗИНА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
А. Т. ШЕВЕЛЕВ, научный сотрудник
О. Г. ДЯТЛОВА, научный сотрудник
Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Дачная, 14, с. Пивовариха, Иркутский р-н, Иркутская обл., 664511, Российская Федерация

В статье дано описание технологии комплексного применения удобрений, химических и биологических мелиорантов, средств защиты растений в плодосменном севообороте в условиях Иркутской области. Работа выполнена на опытном поле Иркутского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2001-2016 гг. За четыре ротации севооборота в результате применения извести в дозе 0,5 $Н_г$ (5,7 т/га) серая лесная почва из разряда сильнокислой перешла в разряд слабокислых и близких к нейтральным ($pH_{сол}$ 5,1-5,8; $Н_г$ 2,8-5,3 мг-экв на 100 г почвы; V – 83,2-92,1 %). Влияние минеральных удобрений на изменение агрохимических свойств серой лесной почвы, как на естественном, так и на известкованном фонах было недостоверным. Систематическое внесение биомассы клевера способствует обогащению почвы органическим веществом, что приводит к достоверному повышению содержания гумуса и общего азота, как на естественном фоне, так и

**Работа выполнена в рамках Государственного задания ФАНО России (проект № 0806-2014-0002).*

при внесении извести. Положительные результаты, свидетельствующие о поддержании плодородия почв, получены и при совместном применении сидерата с минеральными удобрениями – содержание гумуса и общего азота в почве к 2016 г., в сравнении с исходным, возросло на 0,49 и 0,09 % соответственно. Наиболее эффективны в снижении вредоносности корневой гнили яровой пшеницы и повышении урожайности зерна следующие варианты: последействие полного минерального удобрения (NPK) + протравливание семян (Виал Траст, 0,4 л/т), последействие известкования + последействие полного минерального удобрения, последействие известкования + последействие удобрения + протравливание семян. Наибольшая прибавка урожайности пшеницы составила 1,08 т/га и была отмечена при комплексном использовании в технологии возделывания известкования, удобрения и протравливания семян. Освоение предложенной технологии позволит увеличить продуктивность севооборота в зависимости от системы удобрения на 0,34-0,66 тыс. зерн. ед./га при окупаемости 1 кг д.в. удобрений 6,8-8,6 кг зерн. ед. и 1 т извести – 0,24-0,29 тыс. зерн. ед.

Ключевые слова: *серая лесная почва, плодосменный севооборот, минеральные удобрения, сидерация, известкование, продуктивность, яровая пшеница, корневая гниль, протравливание семян.*

Для цитирования: *Технология комплексного применения удобрений, химических и биологических мелиорантов, средств защиты растений в плодосменном севообороте / Е. Н. Дьяченко, А. А. Разина, А. Т. Шевелев и др. // Земледелие. 2018. № 3. С. 28-31. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10306.*

По данным агрохимического обследования пашни Иркутской области в процессе длительного сельскохозяйственного использования, площадь почв с очень низким и низким содержанием гумуса с 1977 по 2015 гг. увеличилась с 624,2 тыс. га (36,4 %) до 727,7 тыс. га (43,9 %). Особенно интенсивно негативные процессы происходят в последние десятилетия, что обусловлено резким сокращением использования агрохимических средств. Начиная с 1990 г., в пахотных почвах Иркутской области наблюдается устойчивый отрицательный баланс питательных элементов [1].

Сложившаяся ситуация побудила ученых к совершенствованию применяемых систем земледелия и переходу на альтернативные варианты, в основе которых лежит биологизация, научное обоснование и практическое использование более эффективных агроэкономических и экологически безопасных приемов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур [2-4].

Цель исследований – разработать технологию комплексного применения удобрений, химических и биологических мелиорантов, средств защиты растений, способствующую улучшению агрохимических показателей плодородия серой лесной почвы, увеличению продуктивности севооборота и снижению распространения корневой гнили пшеницы в плодосменном севообороте в условиях Иркутской области.

Исследования проводили в стационарном четырехпольном плодосменном севообороте: кукуруза – ячмень+клевер – клевер (сидерат) – яровая пшеница, в 2001-2016 гг. на опытном поле ФГБНУ «Иркутский НИИСХ» в Иркутской области. Объектом исследований служила серая лесная кислая, тяжелосуглинистая почва с содержанием гумуса 4,5-5,0 %, общего азота – 0,25 %, $pH_{сол}$ – 3,9-4,4, $H_г$ – 9,1-10,6, S – 20,8-22,2 мг-экв/100 г, V – 68,4-72,1 %, содержание подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 10-12 и 8-10 мг/100 г почвы соответственно.

Изучали следующие системы удобрений: без удобрений (контроль), NP, PK, NK и NPK. Минеральные удобрения ($N_{аа}$, $P_{сд}$, $K_х$, ДАФК) вносили вручную, вразброс под предпосевную культивацию: под кукурузу в 1-й и 2-й ротациях по $N_{90}P_{40}K_{90}$, в 3-й и 4-й – $N_{60}P_{30}K_{60}$; под ячмень с подсевом клевера в 1-й и 2-й ротациях – $N_{40}P_{40}K_{40}$, в 3-й и 4-й ротации – $N_{30}P_{30}K_{30}$. Под яровую пшеницу удобрения не использовали. Учитывая положительное действие сидерации за две ротации севооборота, с 2009 г. дозы удобрений были снижены на 30 %. Клевер на сидерат использовали один раз в 4 года с запашкой всей зеленой массы и поукосно. С этой целью поле делили на 2 равные части. В опыте высевали гибрид кукурузы Катерина СВ, сорта ячменя Биом, клевера Родник Сибири, пшеницы Бурятская остистая.

Системы удобрений изучали на двух фонах: с известью и без извести. В качестве мелиоранта использовали стандартную известковую муку (содержание $CaCO_3$ 85 %), которую вносили из расчёта 0,5 $H_г$ (5,7 т/га) под кукурузу поверхностно с последующей заделкой культиватором с тяжелыми боронами в два следа. Повторность в опыте четырехкратная. Площадь посевной делянки 112,5 м^2 (35 м × 3,5 м), учетной для зерновых культур 80,5 м^2, для кукурузы и клевера – 35 м^2. Перед посевом проводили фитопатологическую экспертизу семян на выявление зараженности болезнями. Для определения действия химического протравителя Виал Траст (2013-2016 гг.) 0,4 л/т на фоне минеральных удобрений, сидерации и без удобрений семена пшеницы обрабатывали препаратом за 10 дней до посева. В фазе кущения пшеницы проводили учет распространения и индекса развития корневой гнили по методике ВИЗР [5].

Учет урожая зерновых осуществляли при уборке комбайном «Сампо-500», кормовых культур – вручную. Статистическую обработку данных по урожайности проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы «Снедекор» [6]. Агрохимические анализы почвенных образцов выполняли общепринятыми методами [7].

Продуктивность севооборота в среднем за 4 ротации в зависимости от системы удобрений возросла на естественном фоне на 0,34-0,64 тыс. зерн. ед./га, на известкованном – на 0,34-0,66 тыс. зерн. ед./га и была наибольшей в варианте с внесением полного минерального удобрения. На РК-фоне прибавка составила 0,34 тыс. зерн. ед./га и была наименьшей в опыте. Эффективность удобрений по обоим фонам была одинаковой. Окупаемость 1 кг д. в. удобрений сельскохозяйственной продукции в зависимости от доз составила 7,2-8,6 зерн. ед.

При кислотности почвы $pH_{сол}$ <5,0 необходимо проводить известкование. Экспериментальным путем была определена оптимальная, экономически оправданная доза мелиоранта – по 0,5 $H_г$ [8]. После двух ротаций, если величина $pH_{сол}$ показывает отсутствие в необходимости известкования, возможен перерыв. В среднем за 4 ротации известкование повысило продуктивность севооборота на 11-13 %. Прямое действие мелиоранта увеличивало урожайность кукурузы на 2,7-3,6 т/га, последействие повышало сбор зерна ячменя на 0,26-0,40 т/га, зеленой массы клевера – на 4,0-4,3 т/га. Продуктивность 1 га пашни при использовании извести возрастала на 0,40-0,42 тыс. зерн. ед., совместное применение извести и удобрений повышало выход продукции на 0,75-1,08 тыс. зерн. ед./га. Окупаемость продукцией 1 т извести составила 0,24-0,29 тыс. зерн. ед. (табл. 1).

Полученные результаты исследований за четыре ротации (2001-2016 гг.) свидетельствуют о высокой эффективности известкования [9]. В результате применения извести в дозе 0,5 $H_г$ (5,7 т/га) серая лесная почва из разряда сильнокислой перешла в разряд слабокислой и близкой к нейтральной ($pH_{сол}$ – 5,1-5,8; $H_г$ – 2,8-5,3 мг-экв / 100 г почвы; V – 83,2-92,1 %). Влияние минеральных удобрений на изменение агрохимических свойств серой лесной почвы, как на естественном, так и на известкованном фонах было недостоверным.

Наши исследования показали, что систематическое внесение биомассы клевера способствует обогащению

1. Влияние минеральных удобрений и извести на продуктивность плодосменного севооборота (среднее за 2001-2016 гг.)

Внесено удобрений, кг д.в./га пашни севооборота,	Продуктивность севооборота, тыс. зерн. ед./га	Прибавка продуктивности, тыс. зерн. д./га		Окупаемость продукцией,	
		от удобрений	от извести	1 кг д.в. удобрений, зерн. ед.	1 т извести, тыс. зерн. ед.
Без удобрений	3,17 3,57	–	– 0,40	–	– 0,28
$N_{29,2}P_{18,3}$	3,52 3,92	0,35 0,35	– 0,40	7,4 7,4	– 0,28
$P_{18,3}K_{29,2}$	3,51 3,91	0,34 0,34	– 0,40	7,2 7,2	– 0,28
$N_{29,2}K_{29,2}$	3,57 3,99	0,40 0,42	– 0,42	6,8 7,2	– 0,24
$N_{29,2}P_{18,3}K_{29,2}$	3,81 4,23	0,64 0,66	– 0,42	8,3 8,6	– 0,24
$НСР_{05\ общая}$ 0,29 тыс. зерн. ед./га $НСР_{05\ извести}$ 0,30 тыс. зерн. ед./га $НСР_{05\ удобрений}$ 0,26 тыс. зерн. ед./га					

**в числителе – без известкования, в знаменателе – известь 0,5 $Н_г$.*

почвы органическим веществом, что приводит к достоверному повышению содержания гумуса и общего азота, как на естественном фоне, так и при внесении извести (табл. 2).

2. Содержание гумуса и общего азота в почве в зависимости от удобрений и известкования, %

Вариант опыта	Внесено зеленой массы (т), NPK (кг д.в.)		2001 г.		2016 г.		Изменения, ± %	
	всего	на 1 га севооборотной площади	гумус	N	гумус	N	гумус	N
Контроль	– –	– –	4,61 4,76	0,19 0,21	4,50 4,69	0,17 0,18	-0,11 -0,07	-0,02 -0,03
Сидерация (полная)	76,8 90,1	6,4 7,5	4,50 4,82	0,17 0,21	5,12 5,24	0,24 0,26	0,62 0,42	0,07 0,05
N P K + сидерация (полная)	$N_{350}P_{220}K_{350}$ +79,8 $N_{350}P_{220}K_{350}$ +94,4	$N_{29}P_{18}K_{29}$+ 6,6 $N_{29}P_{18}K_{29}$+ 7,9	4,55 4,53	0,18 0,19	5,04 5,04	0,27 0,28	0,49 0,51	0,09 0,09

$НСР_{05гумус}$ 0,32
$НСР_{05общий\ азот}$ 0,04
**в числителе – без известкования, в знаменателе – известь по 0,5 $Н_г$.*

Положительные результаты, свидетельствующие о поддержании плодородия почв, получены и при совместном применении сидерата с минеральными удобрениями – содержание гумуса и общего азота в почве к 2016 г., в сравнении с исходным, возросло на 0,49 и 0,09 % соответственно. При этом в контрольном варианте наблюдали тенденцию к постепенному снижению содержания гумуса и общего азота в серой лесной почве.

В среднем за ротацию севооборота урожайность клевера при полной сидерации составила 30 т/га зеленой массы. В этом случае с его надземной массой было внесено 150 кг азота, 45 кг фосфора, 110 кг калия. В переводе на удобрения это составит 0,4 т аммиачной селитры, 0,1 т двойного суперфосфата, 0,2 т хлористого калия. С послеукосными остатками клевера в почву поступало 90 кг азота, 27 кг фосфора и 66 кг калия. Это количество соответствует 0,26 т/га аммиачной селитры, 0,059 т/га двойного суперфосфата и 0,11 т/га хлористого калия.

Результаты полевых исследований (2013-2016 гг.) по изучению распространения корневой гнили пшеницы в севообороте показали, что при протравливании семян и применением полного минерального удобрения, по сравнению с вариантом без удобрений, распространенность корневой гнили на фоне известкования была на 2,7 % больше, но меньше, чем в варианте без протравливания и без удобрения, на 14,4 %. Во всех изучаемых вариантах отмечено повышение урожайности пшеницы. Наибольшая достоверная прибавка установлена при последействии удобрений в сочетании с протравливанием – 0,91 т/га, последействии известкования с последействием удобрений – 0,96 т/га и при комплексном использовании в технологии возделывания пшеницы последействия известкования, последействия удобрения и протравливания семян – 1,08 т/га ($НСР_{05\ общая}$ 0,83 т/га).

Таким образом, комплексное использование удобрений, химических и биологических мелиорантов, средств защиты растений в плодосменном севообороте способствует улучшению агрохимических свойств серой лесной тяжелосуглинистой почвы, (из разряда сильнокислой она перешла в разряд слабокислых и близких к нейтральным – $pH_{сол}$ – 5,1-5,8, $Н_г$ – 2,8-5,3 мг-экв / 100 г почвы, V – 83,2-92,1 %; содержание гумуса и общего азота возросло на 0,49 и 0,09 % соответственно); увеличению продуктивности севооборота в зависимости от системы удобрения на 0,34-0,66 тыс. зерн. ед./га при окупаемости 1 кг д.в. удобрений 6,8-8,6 кг зерн. ед. и 1 т извести – 0,24-0,29 тыс. зерн. ед.; снижению распространенности корневой гнили пшеницы на 14,4 %.

Такую технологию можно рекомендовать в лесостепной и подтаежной зонах региона на серых лесных кислых почвах для сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств.

Литература.

1. Бутырин М. В., Штанцова В. В. Динамика основных показателей плодородия пахотных почв Иркутской области // Земледелие. 2017. № 4. С. 9–14.
2. Лукин С. В. Биологизация земледелия в Белгородской области: итоги и перспективы // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 20–23.
3. Шрамко Н. В., Вихорева Г. В. Пути совершенствования гумуссированности и продуктивности дерново-подзолистых почв Верхневолжья // Владимирский земледелец. 2017. № 2 (80). С. 8–10.
4. Оленин О. А., Носкова Е. Н., Попов Ф. А. Приемы биологизации при возделывании яровой пшеницы на разных типах почв // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 41–45.
5. Методы учета вредных организмов. Рекомендации ВИЗР / В. И. Танский, М. М. Левитин, Т. И. Ишкова и др. // Защита и карантин растений. 2002. № 2-4.
6. Сорокин О. Д. Применение персонального компьютера для обработки результатов исследования // Стратегия и тактика исследований на основе теории планирования эксперимента: методические рекомендации. Новосибирск: РАСХН, 1999. С. 97–107.
7. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1961. 491 с.
8. Влияние известкования на агрохимические свойства серой лесной почвы и продуктивность севооборота в условиях Приангарья / В. Т. Мальцев, А. А. Веялко, В. Н. Мошкарев и др. // Ресурсы повышения эффективности сельскохозяйственного производства в Приангарье. Иркутск: ВостСибкнига, 2002. С. 57–69.
9. Дьяченко Е. Н., Шевелев А. Т. Действие минеральных удобрений и извести на агрохимические свойства серой лесной почвы и продуктивность плодосменного севооборота // Проблемы и перспективы развития науки в России и мире: сборник статей Международной научно-практической конференции (1 декабря 2016 г., г. Уфа). В 7 ч. Уфа: НИЦ Аэтерна, 2016. Ч. 7. С. 45–51.

Technology of Complex Application of Fertilizers, Chemical And Biological Ameliorants, Plant Protection Means in a Crop Rotation

E. N. Djachenko, A. A. Razina, A. T. Shevelev, O. G. Dyatlova
Irkutsk Agricultural Research Institute, ul. Dachnaja, 14, s. Pivovariha, Irkutskij r-n, Irkutskaja obl., 664511, Russian Federation

Abstract. *The article describes a technology of complex application of fertilizers, chemical and biological ameliorants, plant protection means in a crop rotation under conditions of Irkutsk region. The work was done in the test field of FGBNU Irkutsk Research Agricultural Institute in 2001–2016. Over four rotations of the crop rotation, as a result of lime application in the dose of 0.5 Ha (5.7 t/ha), the gray forest soil, which was highly acid before liming, became slightly acid and close to neutral (pH(KCl) was 5.1–5.8; Ha was 2.8–5.3 mg-eq per 100 g of soil; S was 26.2–32.5; V was 83.2–92.1%). The effect of mineral fertilizers on the change of agrochemical properties of gray forest soil, both against natural, and limed backgrounds, was unreliable. Systematic application of clover biomass promotes to the enrichment of the soil with organic matter which leads to a true rise in the content of humus and total nitrogen, both against the natural background, and in case of liming. The positive results testifying of the maintenance of soil fertility were also obtained with combined application of green manure and mineral fertilizers: the content of humus and total nitrogen in the soil till 2016, in comparison to the initial one, raised by 0.49 and 0.09%, correspondingly. The following agricultural backgrounds are the most efficient in reducing a harmful effect of root rot in spring wheat and in increasing grain yields: aftereffect of a full mineral fertilizer (NPK) + seed treatment (Vial Trust 0.4 l/t), aftereffect of liming + aftereffect of the full mineral fertilizer, aftereffect of liming + aftereffect of the fertilizer + seed treatment. The greatest increase of wheat yields 1.08 t/ha was obtained with complex application of liming, fertilization and seed treatment in a cultivation technology. Implementation of the technology will enable to get crop rotation productivity depending on a system of fertilizers by 340–660 grain units/ha with a payback of 1 kg a.s. fertilizers by products by 6.8–8.6 kg of grain units and the payback of 1 t of lime – by 240–290 grain units.*

Keywords: *gray forest soil; crop rotation; mineral fertilizers; sideration; liming; productivity; spring wheat; root rot; seed treatment.*

Author Details: *E. N. Djachenko, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: agrohim_170@mail.ru); A. A. Razina, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow; A. T. Shevelev, research fellow; O. G. Dyatlova, research fellow.*

For citation: *Djachenko E. N., Razina A. A., Shevelev A. T., Dyatlova O. G. Technology of Complex Application of Fertilizers, Chemical And Biological Ameliorants, Plant Protection Means in a Crop Rotation. Zemledelie. 2018. No. Pp. 28-31 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10306.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10307
УДК 631.459

Эффективность применения различных доз осадков сточных вод под многолетние травы используемых при озеленении городских территорий

А. П. БЕРЕЗНЁВ[1], кандидат сельскохозяйственных наук, директор (e-mail: agrohim_56_1@mail.ru)
А. П. ТОМИН[1], зам. директора
Н. А. СИДЕЛЬНИКОВ[2], кандидат сельскохозяйственных наук, директор (e-mail: agrohim_56_2@mail.ru)
[1]Государственный центр агрохимической службы «Оренбургский», ул. КИМа, 1, Оренбург, 460058, Российская Федерация
[2]Станция агрохимической службы «Бузулукская». ул. Ново-Кузнечная, 37, Бузулук, Оренбургская обл., 461042, Российская Федерация

Вегетационный опыт проводили в условиях Государственного центра агрохимической службы «Оренбургский» с осадком сточных вод (ОСВ) с иловых площадок г. Оренбурга со сроком хранения более 10 лет. ОСВ характеризуется высоким содержанием органического вещества (43,4 %) и макроэлементов (N – 3,4 %, P – 3,0 %, K – 1,0 %), близкой к нейтральной реакцией среды (pH – 5,6). Почва, используемая в опыте, – чернозем южный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый, со следующими агрохимическими свойствами: содержание органического вещества – 4,9 %, общего азота – 0,3 %, фосфора – 0,2 %, калия – 0,4 %; pH – 7,0. Для проведения исследований в сосуды с почвой высевали газонную траву (овсяница красная, райграс многолетний, мятлик луговой). Схема опыта предусматривала следующие варианты: почва (контроль); ОСВ; почва + ОСВ из расчета 3,5 т/га; почва + ОСВ из расчета 5 т/га. Повторность – 6-и кратная. Применение осадка сточных вод в дозах 3,5 и 5,0 т/га сухого вещества повышало урожайность от 2 до 4 ц/га, увеличивало массу ростков на 3,0-10,6 %. Наибольшая прибавка к контролю отмечена в варианте с внесением осадка в дозе 3,5 т/га. Увеличение дозы ОСВ приводило к ее снижению. Заделка ОСВ вызывала повышение концентрации тяжелых металлов в почве. При этом их накопление происходило не пропорциональное дозам осадка сточных вод, что указывает на некоторую иммобилизацию тяжелых металлов почвой. Накопление тяжелых металлов-экотоксикантов в зеленой массе многолетних трав при использовании ОСВ во всех вариантах опыта не превышало ПДК. Учитывая высокую плотность растений при формировании газонов, оптимальной дозой ОСВ в качестве удобрения можно считать 3,5 т/га.

Ключевые слова: *осадок сточных вод (ОСВ), многолетние травы, фосфор, калий, тяжелые металлы.*

Для цитирования: *Березнёв А. П., Томин А. П., Сидельников Н. А. Эффективность применения различных доз осадков сточных вод под многолетние травы используемых при озеленении городских территорий // Земледелие. 2018. № 3. С. 31-33. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10307.*

Одна из главных экологических проблем существования и развития городов – утилизация хозяйственно-бытовых сточных вод. С развитием человеческой цивилизации она становится все острее, так как продолжается рост городов в результате концентрации в них населения и промышленности. Следовательно, увеличивается и накопление городских сточных вод. Подобная проблема стоит и перед г. Оренбургом. На городских иловых площадках ООО «Оренбург Водоканал» накоплен большой объем осадков сточных вод (ОСВ) 135000 т, с ежегодным оборотом 65000 т. По своему химическому составу они могли бы служить прекрасным удобрением для большинства культур и мелиорантом почвы.

Цель исследований – определение агроэкологической эффективности различных доз осадка сточных вод в качестве удобрения под многолетние травы.

Исследование проводили вегетационным методом в соответствии с методикой полевого опыта в 2013 г. на базе Государственного центра агрохимической службы «Оренбургский». Растения выращивали в искусственных сосудах, заполненных специально подготовленной почвой, в заранее запланированных условиях среды. Результаты вегетационных опытов с удобрениями представляют большую ценность, так как позволяют установить не только доступность растениям тех или иных питательных веществ на какой-то конкретной почве, но и влияние различных условий на их воздействие [1, 2, 3].

1. Химический состав субстратов

Показатель	ОСВ	Почва	Почва + ОСВ (3,5 т/га)	Почва + ОСВ (5 т/га)
Влажность, %	37,3	6,2	6,2	6,2
$pH_{сол}$, ед.	5,6	7,0	7,0	7,0
Органическое вещество, %	43,4	4,9	12,4	14,2
Азот (аммиачный), мг/кг	152,0	1,5	1,7	1,9
Азот (нитратный), мг/кг	330,0	5,7	7,5	10,6
Азот (общий), %	3,4	0,3	2,4	2,5
Фосфор (общий), %	3,0	0,2	1,3	1,5
Калий (общий), %	1,0	0,4	0,5	0,6
Обменный кальций, ммоль/100 г	47,5	28,5	29,7	30,2
Обменный магний, ммоль/100 г	119,0	8,0	38,6	40,5
Сера (подвижная форма), мг/кг	30,0	6,4	8,6	9,7
Фтор (подвижная форма), мг/кг	1,0	1,0	1,0	1,1
Бор (подвижная форма), мг/кг	3,5	1,9	2,0	2,2
Молибден (подвижная форма), мг/кг	0,2	0,1	0,1	0,1
Катионно-анионный состав водной вытяжки				
Сухой остаток, %	4,3	0,1	0,2	0,2
Хлориды, % / ммоль/100 г	0,015 / 0,42	0,006 / 0,18	0,009/0,21	0,009/0,23
Сульфаты, % / ммоль/100 г	0,49 / 10,3	0,01 / 0,13	0,01/0,16	0,01/0,18
Калий, % / ммоль/100 г	0,017 / 0,44	0,002 / 0,05	0,003/0,07	0,004/0,08
Кальций, % / ммоль/100 г	0,57 / 28,7	0,02 / 1,01	0,03/2,6	0,04/2,6
Магний, % / ммоль/100 г	0,056 / 4,62	0,017 / 1,44	0,018/1,53	0,018/1,60
Натрий, % / ммоль/100 г	0,032 / 1,38	0,003/0,14	0,007/0,1,7	0,007/0,19
Карбонаты, % / ммоль/100 г	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
Бикарбонаты, % / ммоль/100 г	0,017 / 0,28	0,039/0,64	0,045/0,74	0,048/0,77
Общее содержание солей, %	1,197	0,097	0,127	0,136
Тяжелые металлы				
Медь (подвижная форма), мг/кг	13,1	0,2	0,3	0,4
Цинк (подвижная форма), мг/кг	57,4	26,3	36,6	49,0
Свинец (подвижная форма), мг/кг	19,3	0,7	9,8	32,6
Кадмий (подвижная форма),мг/кг	5,8	40,3	58,5	93,8
Никель (подвижная форма), мг/кг	6,8	0,6	1,9	1,7
Хром (подвижная форма), мг/кг	0,8	18,2	28,4	58,6
Ртуть (валовая форма), мг/кг	1,2	0,1	0,1	0,1
Мышьяк (валовая форма), мг/кг	4,0	0,6	0,8	1,2

Схема опыта, предусматривала следующие варианты: почва (контроль); ОСВ; почва + ОСВ из расчета 3,5 т/га; почва + ОСВ из расчета 5 т/га. Повторность 6-ти кратная.

Остаточные количества пестицидов (ГХЦГ, ДДТ и бенз(а)пирен) в ОСВ, а также радиоактивное загрязнение отсутствовали. При этом отмечена высокая степень сульфатного засоления, в первую очередь магнием. Содержание никеля в осадке сточных вод превосходило ПДК в 11,3 раза, хрома – в 2 раза, мышьяка – в 1,1 раза (табл. 1).

В качестве контроля использовали чернозем южный среднегумусный маломощный тяжелосуглинистый, который характеризовался следующими агрохимическими свойствами: содержание органического вещества – 4,9 %, общего азота и фосфора – соответственно 0,3 % и 0,2 % соответственно, калия – 0,4 %, pH – 7,0. Результаты анализа катионно-анионного состава водной вытяжки свидетельствуют о том, что почва незасолена: концентрация хлоридов и сульфатов не превышает порога токсичности (0,05 % по хлоридам и 0,15 % по сульфатам). Общее содержание солей в почве 0,097 %. Суммарное количество макроэлементов в 1 т почвы составляет 0,9 кг. Содержание тяжелых металлов не превышает ПДК. Доля подвижных форм металлов находится в пределах 1,2-50 % от валовых запасов. Меньшее значение (1,2 %) отмечено для меди, большее (50 %) – для кадмия. Остаточных количеств пестицидов в почве не обнаружено.

В ходе опыта 3-и повторности изымали для биометрических измерений растений.

Температуру в помещении поддерживали на уровне 22-25 °С, влажность – 70-80 %. Дополнительно к естественному освещению с 9 до 17 часов включали 4 лампы дневного освещения. Полив проводили дистиллированной водой для поддержания влажности на уровне 60-80 % от полной влагоёмкости.

В опыте выращивали смесь многолетних (газонных) трав – овсяница красная, райграс многолетний, мятлик луговой.

Агрохимические анализы осуществляли согласно действующим ГОСТам и другим нормативным документам.

В 3-х вариантах – контроль (почва), почва + ОСВ (3,5 т/га), почва + ОСВ (5 т/га) ровные, не изреженные всходы отмечали на 6-й день после посева. Всхожесть составляла 85-90 %. Масса ростков в вариантах почва + ОСВ была на 3,0-10,6 % выше, чем в контроле (6,6 г). В варианте ОСВ появление всходов наблюдали на 7-8 день после посева. При этом всхожесть семян многолетних трав была ниже на 30-50 %, масса ростков – на 21,2 % .

Фазу кущения отмечали на 20-22 день после посева. В этот период высота растений в контроле и вариантах почва + ОСВ достигла 14 см, ОСВ – 6 см (табл. 2). Фаза трубкования наступала на 75-76 день после посева. Высота растений в этот период в контроле составляла 22 см, почва + ОСВ (3,5 т/га) – 27 см, почва + ОСВ (5 т/га) – 23 см, ОСВ – 11 см. К уборке высота растений достигала соответственно 32, 33, 28 и 14 см.

Самая низкая урожайность зеленой массы отмечена в варианте ОСВ – 6,1 ц/га, что на 24,4 ц/га меньше, чем в контроле. Прибавка к контролю в варианте почва + ОСВ (3,5 т/га) составила 4,0 ц/га, почва + ОСВ (5 т/га) – 2,9 ц/га (табл. 3).

Содержание органического вещества в почве (контроль) после уборки составляло 4,8 %, общего азота, фосфора и калия – 0,3, 0,2 и 0,6 % соответственно. В варианте ОСВ содержание органического вещества после уборки находилось на уровне 39,7 %, что на 3,7 % меньше, чем перед посевом, количество общего азота снизилось на 0,9 %, фосфора – на 0,1 %, калия – на 0,2 %.

Анализ катионно-анионного состава водной вытяжки после уборки показал, что почва не засолена. Общее содержание солей уменьшилось, по сравнению с исходным, на 0,005 %. При этом в ОСВ оно, наоборот, возросло до 1,281 %, что на 1,189 % больше, чем в контроле, и на 0,084 %,

2. Высота растений многолетних трав по фазам развития

Вариант	Всходы, см	Кущение, см	Трубкование, см	Уборка, см
Почва (контроль)	4	14	22	32
ОСВ	2	6	11	14
Почва + ОСВ (3,5 т/га)	5	14	27	33
Почва + ОСВ (5 т/га)	5	14	23	28

3. Урожайность зеленой массы растений многолетних трав, ц/га

Вариант	Повторность						Средняя
	1	2	3	4	5	6	
Почва (контроль)	30,3	30,2	30,4	30,6	30,4	30,0	30,3
ОСВ	6,2	6,0	6,2	5,9	6,0	6,3	6,1
Почва + ОСВ (3,5 т/га)	34,6	34,3	34,1	34,5	34,9	34,6	34,5
Почва + ОСВ (5 т/га)	33,7	33,5	33,6	33,2	33,1	33,4	33,4

$НСР_{05}$=2,1 ц/га

4. Динамика содержания тяжелых металлов в надземной массе многолетних трав, мг/кг

Показатель	Вариант							
	контроль (почва)		ОСВ		почва + ОСВ (3,5 т/га)		почва + ОСВ (5 т/га)	
	кущение	уборка	кущение	уборка	кущение	уборка	кущение	уборка
Медь	13,5	12,8	35,2	35,2	15,3	11,7	16,4	14,8
Цинк	57,3	46,8	81,5	101,5	52,5	76,0	51,2	85,0
Свинец	0,075	0,05	0,09	0,33	0,043	0,1	0,056	0,25
Кадмий	0,068	0,07	1,3	1,8	0,073	0,04	0,055	0,04
Никель	1,2	8,5	3,3	13,3	2,2	9,2	2,4	12,0
Ртуть	0,015	0,02	0,03	0,033	0,02	0,025	0,045	0,049
Мышьяк	0,27	0,29	0,33	0,4	0,35	0,4	0,6	0,65
Хром	8,0	8,8	15,4	17,0	4,2	4,8	5,3	5,9

по сравнению с исходным содержанием.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве после уборки осталось без изменений. Из валовых форм больше всего было никеля (51,3 мг/кг), далее в порядке снижения следовали хром (34 мг/кг), цинк (23 мг/кг), медь (21,8 мг/кг) и свинец (17,8 мг/кг). Самую высокую концентрацию тяжелых металлов, как и до закладки опыта, отмечали в варианте ОСВ, среди них на первом месте находился свинец (150-284 мг/кг), далее в порядке убывания следовали медь (82,8-181 мг/кг), цинк (92-122 мг/кг), хром (42-59,5 мг/кг) и никель (40-57 мг/кг).

Содержание органического вещества после уборки в вариантах почва + ОСВ (3,5 т/га) и почва + ОСВ (5 т/га) составляло 12,3-14,0 %, что на 0,1 % и 0,2 % меньше, чем до посева. Количество общего азота – снизилось на 0,3-0,7 %, общего фосфора в варианте почва + ОСВ (3,5 т/га) – на 0,2 %, почва + ОСВ (5 т/га) – на 0,6 %. Концентрация общего калия в варианте почва + ОСВ (3,5 т/га) возросла на 0,2 %, почва + ОСВ (5 т/га) – не изменилась.

Анализ катионно-анионного состава водной вытяжки после уборки показал, что почва в вариантах с внесением 3,5 и 5 т/га ОСВ не засолена. Общее содержание солей снизилось, по сравнению с исходным, на 0,003 и 0,028 % соответственно. Концентрация тяжелых металлов после уборки не превышала ПДК.

Массовая доля фосфора в зеленой массе многолетних трав после 1-го укоса (в фазе кущения) в вариантах с ОСВ была выше, чем в контроле, на 0,06 %, калия – ниже на 0,5 %. По содержанию тяжелых металлов на первом месте находился цинк – 51,2 мг/кг в варианте почва + ОСВ (5 т/га), 57,3 мг/кг в контроле и 81,5 мг/кг в варианте ОСВ; на последнем месте – кадмий – 0,07 мг/кг в контроле, 1,3 мг/кг в варианте ОСВ, 0,07 и 0,06 мг/кг в вариантах почва + ОСВ (3,5 т/га) и почва + ОСВ (5 т/га) соответственно.

Накопление сухого вещества было выше при внесении ОСВ 3,5 т/га и 5 т/га – 12-15 %. В контроле и в варианте ОСВ величина этого показателя составляла 5,5-7,8 %.

Самое высокое содержание ртути в зеленой массе в фазе уборки отмечали при внесении 5 т/га ОСВ – 0,049 мг/кг против 0,02 мг/кг в контроле (табл. 4).

Наибольший вынос азота отмечен в вариантах почва + ОСВ (3,5 т/га) и почва + ОСВ (5 т/га), фосфора и калия – почва + ОСВ (5 т/га) и контроль (почва).

Таким образом, ОСВ характеризуются высоким содержанием органического вещества (43,4 %) и макроэлементов (N – 3,4 %, P – 3,0 %, K – 1,0 %), близкой к нейтральной реакцией среды (pH – 5,6). При этом содержание тяжелых металлов в ОСВ в несколько раз выше ПДК. Кроме того, в водной вытяжке ОСВ отмечена высокая концентрация сульфатов, в первую очередь магния, что при бесконтрольном использовании может вызвать сильное засоление почвы.

Смешивание почвы и ОСВ в дозах 3,5 и 5 т/га привело к тому, что содержание тяжелых металлов также превысило ПДК. Поэтому получаемые грунты не могут быть использованы для выращивания культур, продукцию которых используют в пищу человека или на корм животным.

В то же время следует отметить, что накопление тяжелых металлов-экотоксикантов в зеленой массе многолетних трав при использовании ОСВ не превышало ПДК.

Результаты вегетационного опыта свидетельствуют о целесообразности применения ОСВ при посеве многолетних трав для озеленения городских территорий в дозе на уровне 3,5 т/га (прибавка зеленой массы составляет 4,0 ц/га).

Литература.

1. Ряховский А. В., Батурин И. А., Березнев А. П. Агрономическая химия. Оренбург: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Южный Урал», 2004. 283 с.

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

3. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований. М.: Колос. 272 с.

4. Вегетационный метод исследований: учебно-методическое пособие для студентов факультета почвоведения, агрохимии и экологии / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. Ф. Волобуева и др. М.: АНО «Изд-во МСХА». 2002. 72 с.

Efficiency of Different Doses of Sewage Sludge for Perennial Grasses Used in the Landscaping of Urban Territories

A. P. Bereznev[1], A. P. Tomin[1], N. A. Sidelnikov[2]
State Center of Agrochemical Service «Orenburgskii», ul. KIMa, 1, Orenburg, 460058, Russian Federation
Station of Agrochemical Service «Buzulukskaya». ul. Novo-Kuznechnaya, 37, Buzuluk, Orenburgskaya obl., 461042, Russian Federation

Abstract. *A vegetation experiment was carried out under conditions of the State Center of Agrochemical Service "Orenburgsky" with wastewater sludge (WWS) from silt sites of Orenburg with a keeping time of more than 10 years. WWS is characterized by a high content of organic matter (43.4%) and macro-elements (N 3.4%, P 3.0%, K 1.0%), close to neutral reaction of the medium (pH 5.6). The soil used in the experiment is chernozem southern, medium-humic, low-thick, heavy loamy, with the following agrochemical properties: the content of organic matter was 4.9%, total nitrogen – 0.3%, phosphorus – 0.2%, potassium – 0.4%; pH was 7.0. For the test, lawn grasses (red fescue grass, perennial ryegrass, meadow grass) were sown in containers with soil. The design of the experiment included the following options: soil (control); WWS; soil + WWS at the rate of 3.5 t/ha; soil + WWS at the rate of 5 t/ha. The replication was 6-fold. The use of sewage sludge in doses of 3.5 and 5.0 t/ha increased the yield from 200 to 400 kg/ha, increased the mass of sprouts by 3.0–10.6%. The greatest increase towards the control was noted in the variant with the dose of 3.5 t/ha. The increase in the doses of WWS led to its decrease. Embedding of WWS caused an increase in the concentration of heavy metals in the soil. At the same time, their accumulation occurred not proportional to the doses of the sewage sludge, which indicates some immobilization of heavy metals by the soil. Accumulation of heavy metals-ecotoxicants in the green mass of perennial grasses with the use of WWS in all variants of the experiment did not exceed the MPC. Considering the high density of plants in the formation of lawns, 3.5 t/ha can be considered as the optimal dose of WWS as a fertilizer.*

Keywords: *sludge; perennial grasses; phosphorous; potassium; heavy metals.*

Author Details: *A. P. Bereznev, Cand. Sc. (Agr.), director (e-mail: agrohim_56_1@mail.ru); A. P. Tomin, deputy director; N. A. Sidelnikov, Cand. Sc. (Agr.), director (e-mail: agrohim_56_2@mail.ru).*

For citation: *Bereznev A. P., Tomin A. P., Sidelnikov N. A. Efficiency of Different Doses of Sewage Sludge for Perennial Grasses Used in the Landscaping of Urban Territories. Zemledelie. 2018. No. 3. Pp. 31-33 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10307.*

Ультрамаг Комби: микроудобрения, которые разрывают шаблоны

Листовые подкормки сегодня – один из важных элементов технологии возделывания сельхозкультур. Они позволяют повысить стрессоустойчивость, пополнить баланс или устранить дефицит элементов питания и более полно реализовать генетический потенциал растений. Тенденции последнего десятилетия таковы, что на первое место при проведении некорневых подкормок вышли препараты на основе микроэлементов. Именно они помогают сбалансировать минеральное питание растений в период вегетации, добиться стимулирующего эффекта и получить в результате достойную прибыль.

Факторы, влияющие на качество подкормки

В нашей стране микроудобрения активно используют последние 10 лет, и за это время сельхозтоваропроизводители убедились в высокой эффективности этого агроприема. Но нельзя забывать, что препарат препарату – рознь. С одной стороны, современный рынок изобилует различными микроудобрениями как российского, так и импортного производства. Однако, как показывает практика, далеко не каждый продукт соответствует требованиям современного производства. А в некоторых случаях ошибки при проведении листовых подкормок и вовсе могут нанести вред.

Разберем основные факторы, которые влияют на качество и эффективность некорневых подкормок.

Концентрация рабочих растворов. Чтобы повысить эффективность обработки, некоторые агрономы стараются работать по принципу «чем больше – тем лучше», увеличивая концентрацию микроудобрений в рабочих растворах. Допускать этого нельзя. Высокое содержание минеральных солей в рабочем растворе зачастую приводит к ожогам листьев, что негативно сказывается на дальнейшем развитии культуры.

Растекание. При использовании микроудобрений далеко не всегда удается добиться равномерного распределения питательных веществ на листьях растений. А ведь это – важный показатель эффективности некорневой подкормки. К тому же, если рабочие растворы плохо растекаются, значительная часть листового удобрения просто потеряется из-за скатывания с листа в почву. Поэтому необходимо добиваться хорошего растекания и сделать так, чтобы площадь покрытия листовой поверхности рабочим раствором была максимально возможной.

Скорость усвоения элементов питания. Считается, что микроэлементы усваиваются через лист быстрее, чем корневой системой из почвы. Это действительно так, но скорость проникновения элементов питания через кутикулу листа во многом зависит от препаративной формы продукта. Если микроудобрение представлено неорганическими солями, величина этого показателя будет весьма низкой.

Сложность заключается еще и в том, что листовая поверхность разных растений отличается в зависимости от вида, сорта (гибрида), «возраста» и некоторых других факторов. Так, восковой кутикулярный слой и эпидермальные структуры (волоски трихомы) листа препятствуют его смачиванию. Как результат – если вы выбрали «морально устаревшую» разновидность микроудобрений, питательные вещества будут проникать в растения медленно и в недостаточном объеме.

Физиология растений. Еще один аспект, влияющий на эффективность листовой подкормки, вызван физиологическими особенностями растительных организмов. Дело в том, что потребность в питательных веществах очень высока на начальных стадиях роста, когда листовой аппарат еще недостаточно развит и площадь поверхности листьев относительно небольшая. Из-за этого поглотительная способность молодых растений зачастую «не дотягивает» до оптимальных параметров. Поэтому важно обеспечить максимальное покрытие листовой поверхности рабочим раствором удобрения и минимизировать потери.

Факторы внешней среды. Давно известно, что эффективность листовой подкормки напрямую связана с природно-климатическими условиями. Так, высокие температуры воздуха ведут к испарению капель рабочего раствора с листьев, ограничению поглощения ионов металлов и их кристаллизации на поверхности растения. Ветер – источник еще одной проблемы: капли рабочей жидкости скатываются с листьев раскачиваемых растений. Поэтому важно, чтобы микроудобрения отличались высокой адгезией, то есть надежно «сцеплялись» с поверхностью листа.

В поисках инноваций

В распоряжении российских земледельцев есть немало качественных препаратов, предназначенных для проведения листовых подкормок. Однако современный рынок диктует свои – довольно жесткие – условия. Чтобы получать высокие урожаи качественной продукции и при этом вписываться в разумные экономические рамки, земледельцам необходимы по-настоящему инновационные препараты, которые выходят за пределы привычного представления о том, какими бывают микроудобрения…

Учитывая нарастающую потребность аграриев в эффективных препаратах, позволяющих снизить риски, компания «Щелково Агрохим» выпустила на рынок новую линейку комплексных листовых микроудобрений Ультрамаг Комби.

Все привыкли к фразе «препараты нового поколения». Зачастую ее используют даже в случаях, когда это не совсем уместно: чтобы усилить эффект, произвести впечатление, повысить интерес потребителей. Однако представители линейки Ультрамаг Комби действительно относятся к последнему поколению микроудобрений.

В первую очередь из-за наличия в их составе таких важных компонентов, как адъюванты. Речь идет о специальных веществах, которые улучшают адгезионные свойства (сцепление с поверхностью ли-

стьев), препятствуют быстрому испарению капель, улучшают проникновение питательных элементов внутрь растений и усвоение.

Попробуем разобраться, как наличие системы адъювантов сделало микроудобрения Ультрамаг Комби препаратами нового поколения.

Адъюванты со знаком плюс

Ранее мы упоминали о некоторых особенностях листового аппарата растений. А точнее – о том, что восковой кутикулярный слой и волоски трихомы, имеющиеся на поверхности листа, препятствуют смачиванию и усвоению питательных веществ. В таких условиях адъюванты оказывают комплексный эффект. Улучшается распыляемость раствора и смачиваемость листа, увеличивается продолжительность действия активного вещества на его поверхности, активизируются процессы ассимиляции растением элементов питания.

Впрочем, нужно понимать, что адъюванты бывают разными. Чаще всего в препаратах для сельского хозяйства используют поверхностно активные вещества (ПАВ), способные обеспечить при листовых обработках растений необходимый эффект, в первую очередь – растекаемость. Но существуют сложности подбора вспомогательных препаратов для микроудобрений. И главная заключается в том, что применение одних только адъювантов-ПАВов зачастую сопровождается негативными последствиями: ожогами, проявлением фитотоксичности и др. Это связано с их способностью растворять кутикулу растений.

Ученые «Щелково Агрохим» пришли к выводу, что для предотвращения подобных эффектов необходимо использовать комплекс адъювантов различной химической природы. Задачи были поставлены масштабные: с одной стороны, нужно, чтобы рабочие растворы удобрений обладали поверхностно-активными свойствами. С другой – должны быть безопасными для растений, но, одновременно обеспечивать максимальное проникновение минеральных элементов через растительные барьеры и полноту усвоения. Как же добиться такого баланса?...

Следует понимать, что очень важную (если не определяющую) роль при создании высокоэффективных листовых удобрений, содержащих адъюванты, играет научно-производственный опыт компании-разработчика и квалификация ее сотрудников. Однако даже крупные компании-производители, выпускающие известные бренды листовых удобрений, далеко не всегда обладают необходимыми для этого «ноу-хау».

Впрочем, в арсенале «Щелково Агрохим» имеется достаточно методик и инструментов необходимых для создания инновационных продуктов. Ученые компании накопили большой опыт при разработке коллоидных и микроэмульсионных формуляций, которые сейчас используют при производстве эффективных средств защиты растений. Этот опыт позволил им создать на основе целенаправленно подобранного комплекса адъювантов новые листовые микроудобрения, обладающие рядом важных свойств, которые легли в основу препаратов линейки Ультрамаг Комби.

Кратко о главном

Что же такое Ультрамаг Комби? Это концентрированные комплексные жидкие микроудобрения, предназначенные для широкого спектра сельхозкультур. В инновационной линейке имеется несколько специализированных продуктов:

- Ультрамаг Комби для зерновых;
- Ультрамаг Комби для свеклы;
- Ультрамаг Комби для масличных;
- Ультрамаг Комби для кукурузы;
- Ультрамаг Комби для бобовых;
- Ультрамаг Комби для картофеля.

Каждая из этих разновидностей содержит сбалансированный набор макро- и микроэлементов, необходимых для определенной группы сельхозкультур.

Все входящие в Ультрамаг Комби микроэлементы находятся в легкоусваиваемых растением химических формах, что гарантирует полное, качественное и безопасное потребление этих веществ клетками растений.

Наличие в составе Ультрамаг Комби дополнительных ингредиентов делает эту линейку препаратов уникальной и отличной от иных удобрений, аналогичных по составу питательных элементов. Это комплекс тех самых адьювантов, которые полностью безопасны для сельхозкультур и обеспечивают максимально высокую эффективность при проведении некорневых подкормок.

Рабочие растворы Ультрамаг Комби обладают рядом ценных свойств: оптимальной растекаемостью по листовой поверхности, замедленному испарению капель, быстрому и максимально полному усвоению элементов питания. Благодаря этим свойствам риски возникновения ожогов на листьях от их применения практически отсутствую, что особенно актуально для регионов с сухим и жарким климатом.

Растекаемость Ультрамаг Комби (справа) выгодно отличает его от аналогичной продукции других производителей

Растения, обработанные традиционным микроудобрением (слева) и Ультрамаг Комби (справа)

Спустя 20 минут: Ультрамаг Комби полностью поглощен клетками растения, а капли обычного микроудобрения все еще остаются на листовом аппарате

Повышенная эффективность Ультрамаг Комби, в сравнении с аналогами, идентичными по составу, соотношению и общему количеству питательных элементов, была доказана результатами трехлетних производственных и полевых научных опытов, проведенных в разных зонах и на различных сельхозкультурах.

Победа – за Ультрамаг Комби

Таким образом, благодаря введению в состав препаратов Ультрамаг Комби комплекса адъювантов, компании «Щелково Агрохим» удалось достичь уникальных результатов, о которых рассказал Александр Петровский, кандидат химических наук, руководитель департамента развития компании «Щелково Агрохим».

В ООО «Дубовицкое» – дочернего предприятия «Щелково Агрохим», расположенное в Орловской

А. Петровский, руководитель департамента развития «Щелково Агрохим», к.х.н.

области, – опыты закладывали в 2016 и 2017 гг. Вариантов было три: первый – контроль, где микроудобрения не применяли; второй – с использованием аналогичного по составу микроудобрения (1 л/га); третий – с применением новинки Ультрамаг Комби для зерновых (1 л/га). Разница между контрольным и опытным вариантом в пользу Ультрамаг Комби составила 4,3 ц/га (2016 г.) и 3,2 ц/га (2017 г.). Кроме того, новинка превзошла по эффективности хорошо известный, давно проверенный аграриям продукт-аналог из линейки микроудобрений другого производителя, в сравнении с которым прибавка от использования Ультрамаг Комби для зерновых составила 1,1 ц/га (2016 г.) и 1,2 ц/га (2017 г.)

Аналогичные результаты были получены на яровых зерновых культурах и в других регионах нашей страны. Так, во Владимирской области прибавка от применения нового продукта, по сравнению с известным аналогом, составила 1,2 ц/га. Еще более впечатляющие результаты были получены в Оренбургской области, где на разных участках прибавка от использования Ультрамаг Комби достигала 1,8 ц/га.

Опыты, заложенные в ООО «Дубовицкое» на посевах кукурузы в 2015 и 2016 гг., позволили получить прибавку от применения Ультрамаг Комби для кукурузы в 3,8 ц/га, в сравнении с аналогом.

Эффективность нового продукта была доказана и на самой сладкой культуре – сахарной свекле. В Воронежской области прибавка от использования Ультрамаг Комби для свеклы составила 5,3 ц/га, по сравнению с использованием аналога.

В 2017 г. в Курганской области использование Ультрамаг Комби для масличных при возделывании рапса, позволил получить +3,4 ц/га, в сравнении с аналогичным продуктом другой компании.

Не менее отзывчив на внесение микроудобрений и «второй хлеб». По итогам опытов, заложенных в Омской области в прошлом сезоне, прибавка от использования Ультрамаг Комби для картофеля, по сравнению с аналогом, составила 5 ц/га.

...Мы рассказали лишь о небольшой части опытов, заложенных с применением препаратов Ультрамаг Комби. На самом деле, каждое из исследований ценно, так как служит элементом «мозаики», демонстрирующей впечатляющие возможности инновационной линейки.

Ультрамаг Комби: больше, чем просто микроудобрения!

www.betaren.ru

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10308
УДК 631.52:633.11:551.577.38

Основные направления селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость

Е. И. МАЛОКОСТОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: niish1c@mail.ru)
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева, квартал 5, 81. пос. 2 участка Института имени Докучаева, Таловский р-н, Воронежская обл., 397463, Российская Федерация

Исследований проводили с целью создания селекционного материала, способного формировать многокорешковые растения. Выведение и распространение в производстве сортов яровой пшеницы с повышенным числом зародышевых корней и мощным их развитием предопределяет возможности не только увеличения уровня урожайности, но и повышения ее стабильности по годам. По результатам исследований выделены образцы с высокой долей (60-80 %) пятикорешковых семян – это сорта Крестьянка, Воронежская 12, Грекум 114, Тулунская, Саратовская 42, Саратовская 36 и Безенчукская 129. В результате межсортовых скрещиваний с их привлечением были созданы и отобраны линии с высокой долей 5-и корешковых семян. Трехлетнее испытание лучших из них показало, что число зародышевых корней в процессе репродуцирования остается стабильным. Доля 5-и корешковых семян у этих сортов и линий колебалась от 60 до 81 %. Засухоустойчивость растений в большей мере зависела от стадии развития, в которую они наиболее подвержены губительному воздействию засухи. В условиях юго-востока Воронежской области разница в использовании осадков сортами одной группы спелости определяется различиями в ритме развития, то есть в скорости прохождения отдельных этапов органогенеза. Выделены сорта и линии, которые в условиях майской засухи выколашиваются на 3-5 дней позднее, чем районированные сорта, созревая одновременно. В неблагоприятные по влагообеспеченности годы они были более засухоустойчивыми, чем стандарт Прохоровка (достоверные прибавки урожайности – от 2,5 до 4,2 ц/га). В засушливых условиях II половины вегетации стабильной крупностью и хорошей выполненностью зерна характеризовались сорта Алтайского селекцентра: К-45728, Алтайская 82, Алтайская 98, Лютесценс 549, Лютесценс 547, Лютесценс 77, Алтайская 105, Лютесценс 665/1, Лютесценс 775, Лютесценс 721, Алтайская жница, Апасовка, Тобольская, Сибирский альянс, Алтайская 530, Степная волна, Алтайская 99, Алтайская 110, Алтайская 100.

Ключевые слова: *яровая мягкая пшеница, коллекция ВИР, корневая система, ритм развития, масса 1000 зерен, засухоустойчивость, линии.*

Для цитирования: *Малокостова Е. И. Основные направления селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость // Земледелие. 2018. № 3. С. 37-39. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10308.*

Многолетние исследования и наблюдения в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева (Каменная Степь) показывают, что в условиях Воронежской области зерновые культуры, в том числе яровая пшеница, часто попадают под засухи, суховеи и запалы практически на всех этапах роста и развития. В Каменной Степи отмечаются все виды засух: почвенная, атмосферная и смешанные. Для этой местности характерны длительные периоды без осадков в полевой сезон, достигающие 20-40 дней, вызывающие высыхание почвы. Часто наблюдаются суховеи. Поэтому один из основных элементов климата, определяющих урожайность в зоне, – атмосферные осадки. Резкий их недостаток, быстрое нарастание температур весной в период «всходы–выход в трубку» не позволяют растениям яровой пшеницы формировать хорошо развитую вторичную корневую систему и дополнительные продуктивные побеги, что ведет к слабому развитию репродуктивных органов, а в конечном счете, к резкому недобору урожая. Из-за частых атмосферных засух в начальные фазы развития растений, в период налива и созревания зерна необходимо распространение засухоустойчивых сортов, способных противостоять указанным стрессовым факторам. Полевая засухоустойчивость, включает в себя сложный комплекс признаков и свойств растения. Регулируя степень выраженности отдельных из них в конкретных условиях, можно добиться положительного сочетания в новых сортах засухоустойчивости и высокой продуктивности. Основные признаки, позволяющие решать такую задачу в условиях юго-востока ЦЧП – мощная корневая система и оптимальный ритм развития растений, благодаря которому открываются возможности для рационального использования выпадающих осадков. Корневая система имеет важнейшее значение в формировании урожая яровой пшеницы. Особенно возрастает ее роль в засушливые годы, когда от общего развития корневой системы, сложения и глубины проникновения ее в почву зависит не только уровень урожайности, но и возможность сохранения посевов [1]. При весенне-летней засухе яровая пшеница формирует урожай в основном за счет первичных корней, так как узловые в этих условиях развиваются слабо. Установлена высокая положительная связь сопряженности в засушливые годы между числом первичных корней и урожайностью [2, 3]. В условиях дефицита влаги с продуктивностью наиболее тесно связаны такие показатели, как стартовая энергия прорастания, густота стеблестоя и озерненность колоса. Уже с первых дней жизни существует тесная взаимосвязь между ростком и зародышевыми корешками. Поставляя листьям воду и питательные вещества, корни используют часть пластических веществ, полученных в процессе фотосинтеза, на дальнейшее увеличение своей массы. Наличие связи корневой системы с надземной массой, с площадью листовой поверхности подтверждают результаты ранее проведенных исследований [4, 5]. Изучение корреляционной зависимости между урожаем и климатическими факторами указывает на более значительное влияние водного режима на формирование элементов продуктивности [6]. Создание сортов с высокой адаптивностью считается приоретной задачей для стабилизации растениеводства в зоне с резко-континентальным климатом, нужны сорта, обладающие повышенной сосущей силой корней (25-32 атм.), чтобы растения более эффективно использовали почвенную и атмосферную влагу [7]. Генети-

ческие ресурсы растений на службе человека – одна из самых актуальных тем в повестке научно-технического развития страны и обеспечения национальной безопасности [8].

Цель наших исследований – изучение 163 образцов яровой мягкой пшеницы различного географического происхождения для выявления сортообразцов, формирующих большее количество зародышевых корней с дальнейшим их использованием в селекции на засухоустойчивость.

Параллельно проводили работу по увеличению числа зародышевых корней путем межсортовой гибридизации и целенаправленного отбора. В качестве материнских форм использовали районированные и перспективные сорта, а также линии селекции НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. В качестве отцовской – образцы с высокой долей растений с 4-5 зародышевыми корешками. Для выявления межсортовых различий по числу зародышевых корней семена проращивали в термостате по ГОСТ Р 53325-2005. Посев, уход, наблюдения, уборку, лабораторный анализ снопового материала выполняли по методике ВИР (1977). Образцы высевали механизировано сеялкой порционного типа СУ-10 на делянках с учетной площадью 1,2 м^2 в 2-х повторностях, линии и сорта в 2012-2014 гг. – этой же сеялкой по типу конкурсного сортоиспытания на делянках с учетной площадью 20 м^2. Предшественник – озимое тритикале. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный с содержанием гумуса 6,8 %, подвижных форм фосфора и калия – 10-14 мг/100 г почвы и 16-20 мг/100 г почвы соответственно, pH – 7,1. Минеральные удобрения вносили только под вспашку, осенью в дозе $N_{32}P_{32}K_{32}$ кг д.в./га.

Метеоусловия в годы исследований различались по количеству выпавших осадков и температурному режиму по фазам развития растений и в большинстве своем были засушливыми, особенно в I половине вегетации. Благоприятным для яровой пшеницы выдался 2005 г. В 2006 г. наблюдали засуху во II половине вегетации. Формирование и налив зерна проходил с III декады июня до конца июля, осадков за этот период выпало 12 мм, при норме 75 мм, температура воздуха превышала среднюю многолетнюю на 4,8 °С. В 2007 г. отмечали засуху в I половине вегетации. Кущение, выход в трубку и колошение проходили при высокой температуре и недостаточной влагообеспеченности. Вторичная корневая система отсутствовала. Осадков за этот период выпало15,6 % от нормы. Засушливыми условиями отличалась I половина вегетации 2012 г., осадков выпало 11,5 % от нормы, температура воздуха превышала среднемноголетнюю на 4,5-6,7 °С. Растения прекратили рост, вторичная корневая система отсутствовала. Во II половине вегетации 2012 г. погода для растений выдалась благоприятной, но стеблестой был изрежен, и запоздалое развитие вторичной корневой системы не сказалось на урожайности. Условия 2013 г. оказались более засушливыми, чем в 2012 г., на всем протяжении вегетации яровой пшеницы. Весна выдалась короткой, и уже с I декады апреля наблюдали переход к летнему режиму погоды при отсутствии эффективных осадков. С 10 апреля по 20 мая отмечали атмосферную засуху и наблюдали угнетение растений пшеницы. Более благоприятным для яровой пшеницы был 2014 г., хотя за период со II декады апреля по I декаду июня выпало 43,1 мм осадков, что ниже средней многолетней суммы на 43,0 мм. После этого температура была ниже нормы на 3,1 °С, осадков выпало 133,8 мм при среднемноголетнем количестве 56,8 мм.

1. Результаты селекции яровой мягкой пшеницы по увеличению числа зародышевых корней, 2005-2007 гг.

Сорт, комбинация	Доля 5-и корешковых семян, %	Продуктивность колоса, г	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен, г
Крестьянка	62	0,84	28	37,3
Воронежская 12	60	0,78	27	36,8
Крестьянка × Саратовская 42	77	0,87	30	37,9
Крестьянка × Саратовская 36	67	0,91	29	38,1
Воронежская 12 × Тулунская	61	0,89	32	38,2
Воронежская 12 × Безенчукская 129	65	0,92	31	36,7
Воронежская 12 × Грекум 114	67	1,02	30	39,1
Грекум 114	81	1,05	33	37,4

Лабораторная оценка яровой пшеницы показала, что число зародышевых корешков на 1 проросток колебалось от 3,54 до 5,10 шт. Трехлетнее испытание лучших образцов показало, что число зародышевых корней в процессе репродуцирования остается стабильным. При этом если у сортов (Крестьянка, Воронежская 12, Грекум 114) по мере увеличения доли 5-корешковых семян продуктивность колоса возрастает, то у линий, полученных с их участием, такой зависимости не установлено. Лучшей среди других по продуктивности растения и массе 1000 семян была линия Воронежская 12 х Грекум 114 (табл. 1).

Засухоустойчивость растений в большей мере зависит от стадии развития, в которую они наиболее подвержены губительному воздействию засухи. Разница в использовании осадков сортами одной группы спелости определяется различиями в ритме развития, то есть в скорости прохождения отдельных этапов органогенеза. В этой связи Н.И. Вавилов отмечал, что разнообразие пшеницы по ритму развития – генетически обусловленный признак, который приобретает важное значение в селекции на засухоустойчивость [9].

Создание сортов с необходимым ритмом развития возможно путем скрещивания скороспелых сортов с позднеспелыми с последующим выделением линий, сочетающих растянутый период «всходы-колошение» позднеспелого сорта и укороченный период «колошение-восковая спелость» скороспелого сорта. Мы выделили ряд линий, которые в условиях майской засухи выколашиваются на 3-5 дней позднее, чем районированные сорта, созревая одновременно (табл. 2).

2. Ритм развития сортов и линий яровой мягкой пшеницы, 2012-2014 гг.

Сорт, линия	Всходы–колошение				Всходы–полная спелость			
	2012	2013	2014	ср.	2012	2013	2014	ср.
Черноземноуральская 2	49	48	48	48,3	82	82	86	83,3
Воронежская 18	47	50	48	48,3	86	86	85	85,7
Линия 20(04)	48	48	47	47,7	88	90	88	88,7
Линия 36(04)	48	49	49	48,7	86	85	90	87,0
Линия 725(08)	50	48	49	49,0	77	86	89	84,0
Линия 977(08)	48	48	48	48,0	73	78	85	78,7
Прохоровка, st.	44	43	45	44,0	93	93	94	93,3

Все изучаемые сорта и линии в засушливые 2012 и 2013 гг. превышали стандарт Прохоровка по урожайности (табл. 3) соответственно на 0,3-4,2 ц/га и 1,4-2,9 ц/га. Наиболее урожайной (25,1 ц/га) в 2013 г. была линия 977 (08), полученная при скрещивании Воронежской 12 и Грекум 114, на 2-ом и 3-ем местах с урожайностью 22,3 и 22,0 ц/га были линии 20(04) и Воронежская 18 соответственно. В 2012 г. сбор зерна всех представленных сортов и линий, кроме Воронежской 18 и линии 20(04), достигал 24,4-24,6 ц/га с превышением ближнего стандарта на 2,5-4,2 ц/га.

3. Урожайность перспективных линий, сортов яровой мягкой пшеницы с высокой долей 5-и корешковости у семян (2012-2014 гг.), ц/га

Сорт, линия	2012		2013		2014		Среднее	
	1*	2**	1	2	1	2	1	2
Черноземноуральская 2	24,5	+2,5	20,8	+2,4	39,8	+5,8	28,4	+3,6
$НСР_{0,05}$		1,98		2,0		1,35		
Воронежская 18	20,9	+0,3	22,0	+2,5	39,1	+5,1	27,3	+2,6
$НСР_{0,05}$		1,11		1,89		1,35		
Линия 20(04)	23,0	+2,5	22,3	+2,8	39,7	+5,7	28,3	+3,7
$НСР_{0,05}$		1,53		1,89		1,35		
Линия 36(04)	24,0	+3,5	20,4	+1,4	39,3	+5,3	27,9	+3,4
$НСР_{0,05}$		1,53		1,89		1,35		
Линия 725(08)	24,6	+3,0	19,7	+2,5	39,3	+5,1	27,9	+3,5
$НСР_{0,05}$		1,94		1,79		1,63		
Линия 977(08)	24,4	+4,2	25,1	+2,9	36,3	+2,1	27,6	+3,1
$НСР_{0,05}$		2,56		1,74		1,63		

** – урожайность с1 га; ** – ± к ближнему стандарту, ц/га.*

Признаком засухоустойчивости сортов в период налива и созревания служит небольшая степень снижения массы 1000 семян и выполненности зерна. При значительном уменьшении влагообеспеченности, стабильной крупностью и хорошей выполненностью зерна отличались сорта Алтайского селекцентра: К-45728, Алтайская 82, Алтайская 98, Лютесценс 549, Лютесценс 547, Лютесценс 77, Алтайская 105, Лютесценс 665/1, Лютесценс 775, Лютесценс 721, Алтайская жница, Апасовка, Тобольская, Сибирский альянс, Алтайская 530, Степная волна, Алтайская 99, Алтайская 110, Алтайская 100.

Выведение и распространение в производстве сортов яровой пшеницы с повышенным числом зародышевых корней предопределяет возможности не только увеличения уровня урожайности, но и повышения ее стабильности по годам. По мере увеличения доли 5-корешковых семян продуктивность колоса сортов коллекции ВИР возрастала, у линий, созданных с их участием, такой зависимости не установлено.

Кроме того, в селекции на засухоустойчивость необходимо уделять внимание ритму развития растений и отдавать предпочтение сортам и линиям, у которых период «всходы-выход в трубку» на 3-5 дней дольше. Создание сортов с необходимым ритмом развития возможно путем скрещивания скороспелых форм с позднеспелыми с последующим выделением линий, сочетающих растянутый период «всходы-колошение» позднеспелого сорта и укороченный период «колошение-восковая спелость» скороспелого сорта. В период засухи во время налива зерна целесообразно осуществлять браковку по выполненности зерна и массе 1000 зерен. При значительном уменьшении влагообеспеченности, стабильной крупностью и хорошей выполненностью зерна отличались сорта Алтайского селекцентра: К-45728, Алтайская 82, Алтайская 98, Лютесценс 549, Лютесценс 547, Лютесценс 77, Алтайская 105, Лютесценс 665/1, Лютесценс 775, Лютесценс 721, Алтайская жница, Апасовка, Тобольская, Сибирский альянс, Алтайская 530, Степная волна, Алтайская 99, Алтайская 110, Алтайская 100. Эти образцы целесообразно использовать в гибридизации в селекции на засухоустойчивость растений во второй половине вегетации.

Литература.

1. Кумаков В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшениц М.: Колос. 1985. 270 с.
2. Шаманин В. П., Петуховский С. А., Поликарпов С. А. Сопряженности количественных признаков и гибридов пшеницы в связи с селекцией на засухоустойчивость // Селекция и семеноводство зерновых культур. Омск, 1983. С. 25–29.
3. Ведров Н. Г. Селекция и семеноводство яровой пшеницы в экстремальных условиях. Красноярск. 1984. 239 с.
4. Данильчук П. В., Яценко Г. К. Развитие корневой и надземной массы у зерновых злаков в связи с продуктивностью и засухоустойчивостью // Вопросы генетики, селекции и семеноводства: сб. науч. тр. ВСГИ. 1970. Вып. 9. С. 163–171.
5. Малокостова Е. И., Хорин А. Н. Роль зародышевых корней в формировании урожайности яровой пшеницы в зависимости от климатических условий //Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящ. 125-летию А.П. Шехурдина (Саратов, 6 июня, 2011 г.). [Электронный ресурс]. URL: www.ariser.narod/ru/Litera/Surov.pdf (дата обращения: 15.02.2018).
6. Реакция новых сортов зернобобовых культур на воздействие засушливых условий Бельцкой степи республики Молдова / В. И. Возиян, М. Д. Якобуца, Л. П. Авэдэний и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 1 (21). С. 4–8.
7. Савченко И. В. Выведение новых сортов и гибридов сельскохозяйственных растений // Вестник Российской Академии наук. 2017. Т. 87. № 4. С. 325–332.
8. Котюков М. М. Выступление руководителя ФАНО России М.М. // Вестник Российской Академии наук. 2017. Т. 87. № 4. С. 318–321.
9. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции. М.: Наука. 1967. 511 с.

Main Directions of Spring Wheat Breeding for Drought Resistance

E. I. Malokostova
V. V. Dokuchaev Research Institute of Agriculture of the Central Black-Earth Zone, kvartal 5, 81, pos. 2 uchastka Instituta imeni Dokuchaeva, Talovskii r-n, Voronezhskaya obl., 397463, Russian Federation

Abstract. *The purpose of our research was to create a breeding material capable of forming multi-root forms. Breeding and distribution in the production of spring wheat varieties with an increased number of embryonic roots and their powerful development determine the possibility of not only increasing the yield level but also increasing its stability over the years. According to the results of these studies, samples with a high proportion (60–80%) of five-root seeds were selected. They are varieties 'Krest'yanka', 'Voronezhskaya 12', 'Grekum 114', 'Tulunskaya', 'Saratovskaya 42', 'Saratovskaya 36' and 'Bezenchukskaya 129'. As a result of intervarietal crossings with the involvement of these varieties lines with a high proportion of five-root seeds were developed and selected. A three-year test of the best of them showed that the number of radicles during the process of reproduction remains stable. The percentage of five-root seeds in these varieties and lines ranged from 60 to 81%. Drought resistance of plants to a greater extent depends on the stage of development, in which they are most exposed to the damaging effects of drought. Under the conditions of the South-East of Voronezh region the difference in the use of precipitation by varieties of the same maturity group is determined by differences in the rhythm of development, that is, the speed of passage of separate stages of organogenesis. Varieties and lines were identified, which, under conditions of the May drought, form ears 3–5 days later than zoned varieties, ripening at the same time. They were more drought-resistant than 'Prokhorovka' standard in the years that were unfavorable in terms of moisture availability (reliable increases in yield ranged from 250 to 420 kg/ha). Varieties of Altai Breeding Center are characterized by stable size and good plumpness of grain under dry conditions in the second half of vegetation. They are K-45728, Altajskaja 82, Altajskaja 98, Ljutescens 549, Ljutescens 547, Ljutescens 77, Altajskaja 105, Ljutescens 665/1, Ljutescens 775, Ljutescens 721, Altajskaja Zhnica, Apasovka, Tobol'skaja, Sibirskij Al'jans, Altajskaja 530, Stepnaja Volna, Altajskaja 99, Altajskaja 110, Altajskaja 100.*

Keywords: *spring soft wheat; VIR collection; root system; rhythm of development; mass of 1000 grains; drought resistance; lines.*

Author Details: *E. I. Malokostova, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: niish1c@mail.ru).*

For citation: *Malokostova E. I. Main Directions of Spring Wheat Breeding for Drought Resistance. Zemledelie. 2018. No. 3. Pp. 37-39 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10308.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309
УДК 633.16:631.527:631.526.32(527.1)

Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья

П.В. ПОПОЛЗУХИН[1], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом
П.Н. НИКОЛАЕВ[1], зав. лабораторией
Н.И. АНИСЬКОВ[2], доктор сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
О.А. ЮСОВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией
И.В. САФОНОВА[2], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией
[1]Омский аграрный научный центр, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация
[2]Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, ул. Большая Морская, 42-44, Санкт-Петербург, 190000, Российская Федерация

Цель работы – оценка продуктивности и адаптивного потенциала урожайности сортов ярового ячменя по наиболее распространенным статистическим параметрам, на основе данных конкурсного сортоиспытания за 2011-2016 гг. Объект исследований – 11 сортов пленчатой и голозерной форм ярового ячменя селекции Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенного в южной лесостепной зоне Западной Сибири: пленчатые – Омский 91 (стандарт), Сибирский Авангард, Саша, Омский 90, Омский 95, Омский 96, Омский 99, Омский 100, Подарок Сибири; голозерные – Омский голозерный 1 (стандарт), Омский голозерный 2. Наиболее пластичны (по А.А. Грязнову) сорта Саша, Подарок Сибири, Омский 100 с индексами экологической пластичности 1,16-1,22. Высокой стрессоустойчивостью (по A.A. Rossielle и J. Hemblin) обладали Омский голозерный 1, Омский голозерный 2 и Омский 91 (до -3,1). Высоко стабильны (по S.A. Eberhard и W.A. Russell) сорта Омский 91, Сибирский Авангард, Омский 90, Омский 100, Омский 95, Омский голозерный 1 и Саша при минимальных нелинейных отклонениях от линии регрессии 0,09-0,18; по Неттевичу – сорта Омский 100, Подарок Сибири, Саша, Омский 96, Омский 99, Омский 95, Сибирский Авангард (показатель уровня стабильности от 120,7 до 186,9 %). Высокой компенсаторной способностью (по A.A. Rossielle и J. Hemblin) обладали Омский 95, Сибирский Авангард, Саша, Омский 100, Подарок Сибири (4,01-4,81). Наиболее адаптивны (по Л.А. Животкову) сорта Саша, Подарок Сибири, Омский 100 (коэффициент адаптивности 115,4-121,5 %). К интенсивным сотам (по S.A. Eberhard и W.A. Russell) отнесены Сибирский Авангард, Саша, Омский 100, к экстенсивным – Омский голозерный 1, Омский голозерный 2, Омский 90, Омский 91. По комплексу расчетных показателей наиболее адаптивны к условиям Сибирского Прииртышья сорта Омский 100, Подарок Сибири, Саша, Омский 91, Сибирский Авангард, Омский 95, набравшие меньшую сумму рангов (16-41).

Ключевые слова: *яровой ячмень, урожайность, стрессоустойчивость, адаптивность, ранг.*

Для цитирования: *Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья/ П.В. Поползухин, П.Н. Николаев, Н.И. Аниськов и др. // Земледелие. 2018. № 3. С. 40-43. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309.*

В современном сельскохозяйственном производстве важнейшее условие формирования высоких и стабильных урожаев – создание и распространение сортов, приспособленных к местным условиям. Переход к адаптивному возделыванию сортов возможен лишь при условии, что культивируемые виды и сорта растений зерновых культур будут способны использовать природные, техногенные и другие ресурсы с наибольшей эффективностью [1, 2, 3, 4].

В последние годы селекционеры уделяют большое внимание анализу устойчивость созданных сортов к экстремальным факторам [5, 6].

В 2016 г. Государственным реестром селекционных достижений в Западной Сибири допущено к использованию 33 сорта ячменя. Наибольший вклад в формирование сортовых ресурсов этой культуры в регионе внесли сибирские селекционеры – они создали 23 сорта (70 %). Существует ряд методов для оценки стабильности урожайности сортов.

Цель нашей работы – оценка продуктивности и адаптивного потенциала урожайности сортов ярового ячменя селекции Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства в условиях Сибирского Прииртышья.

Экспериментальная часть работы проведена на опытных полях СибНИИСхоза (южная лесостепь, Омск) в 2011-2016 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания.

Материалом для исследований служили сорта ярового ячменя селекции Сибирского НИИСХ, включенные в Государственный реестр и допущенные к использованию, а также проходящие государственное испытание. Сорта пленчатой формы – Омский 91 (стандарт), Сибирский Авангард, Саша, Омский 90, Омский 95, Омский 96, Омский 99, Омский 100, Подарок Сибири – сорта голозерной формы: Омский голозерный 1 (стандарт), Омский голозерный 2.

Агротехника общепринятая для Западно-Сибирского региона. Площадь делянки 10 м^2, повторность 4-кратная. Норма высева – 4 млн всхожих зерен на 1 га.

Для климата Омской области характерны краткость безморозного периода (109-120 дней), сильно выраженная раннелетняя засуха, июльский максимум осадков, прохладная и дождливая осень. Метеорологические условия в годы исследований были достаточно контрастными и довольно полно отражали особенности региона (см. рисунок). Так, засушливые условия отмечали в 2012, 2014 и 2015 гг. (ГТК=0,69-0,80), достаточное увлажнение – в 2011, 2013 и 2016 гг. (ГТК=0,92=0,99).

Содержание нитратного азота (по Кочергину) низкое (5,3 мг/кг). Обеспеченность P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) очень высокая – соответственно 232 мг/кг и 321,5 мг/кг почвы.

Математическую обработку с целью выявления существенных различий проводили методом дисперсионного анализа [7].

Индексы экологической стабильности и пластичности, индекс условий среды (Ij) рассчитывали по S.A. Eberhard, W.A. Russell [8]. Взаимодействие генотип × среда при этом расчленяется на две части: линейную реакцию сорта на среду (b_i) – коэффициент экологической пластичности и нелинейные отклонения от линии регрессии (σ^2d) – стабильность. Сорта с b_i>1 требовательны к высокому уровню агротехники.

Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) рассчитывали по Э.Д. Неттевичу [9].

$$ПУСС = \bar{x}_i \cdot \frac{\bar{x}_i}{CV}, \quad (1)$$

где $\bar{x}_i$ – средняя урожайность сорта; *CV* – коэффициент вариации урожайности.

Этот критерий позволяет распределять сорта по способности сочетать высокую урожайность с минимальным ее снижением в неблагоприятных условиях, в сравнении со стандартом.

Метод А.А. Грязнова основан на вычислении среднего индекса экологической пластичности (ИЭП) по формуле:

$$ИЭП = \left(\frac{УС_1}{СУО_1} + \frac{УС_2}{СУО_2} + \ldots \right. \\ \left. \ldots + \frac{УС_n}{СУО_n} \right) / n, \quad (2)$$

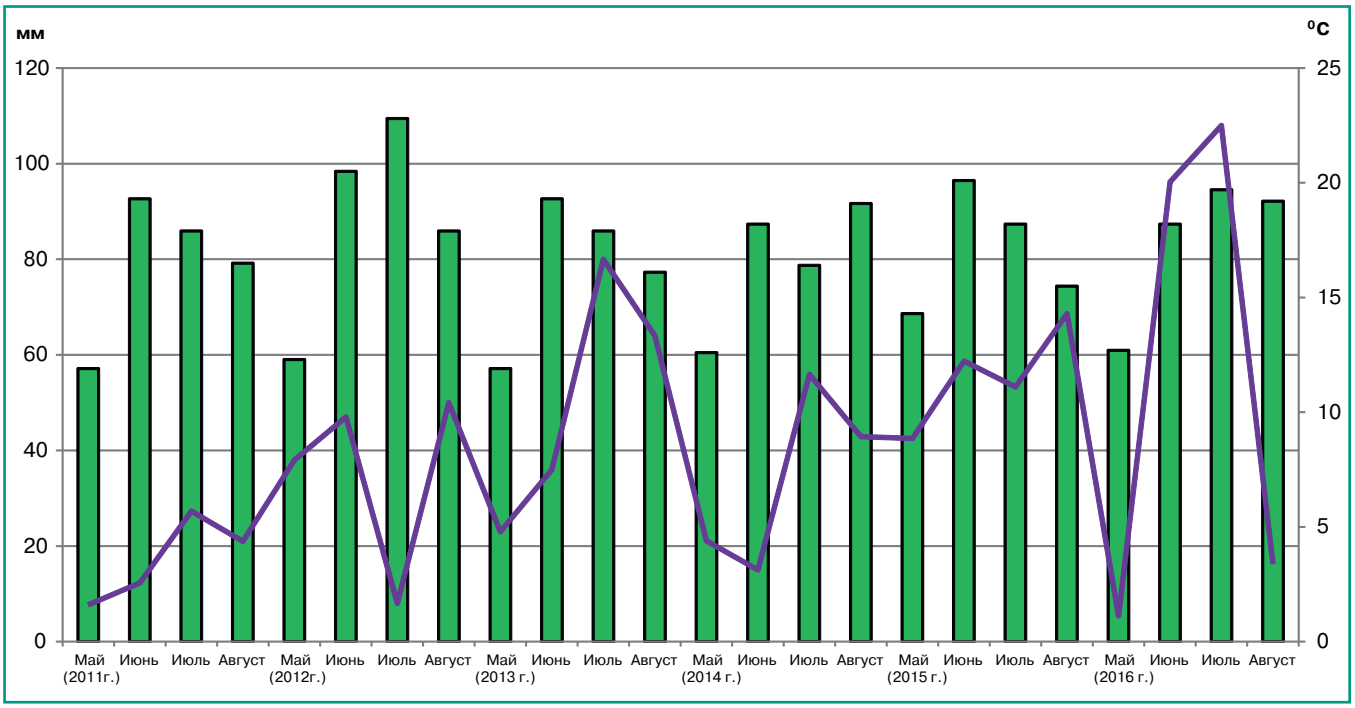


Рисунок. *Характеристика вегетационных периодов 2011-2016 гг.: — средняя температура воздуха, °С; — количество осадков, мм.*

где $УС_1$, $УС_2$, $УС_n$ – урожайность сорта в разные годы и испытаний;

$СУО_1$, $СУО_2$, $СУО_n$ – средняя урожайность сортов в каждом из вариантов опыта [10].

Коэффициент адаптивности (К.А.) рассчитывали по Л.А. Животкову по варьированию урожайности. Общую видовую реакцию определяли суммированием урожайности отдельных сортов с последующим делением показателя на общее их число. Среднесортовую урожайность года брали за 100 %, затем рассчитывали отношение урожайности каждого из испытываемых сортов к среднесортовой.

$$К.А. = \left(\frac{УС_1}{ССУГ_1} + \frac{УС_2}{ССУГ_2} + \ldots\ldots \ldots\ldots + \frac{УС_n}{ССУГ_n} \right) / n, \quad (3)$$

где $УС_1$, $УС_2$, $УС_n$ – урожайность сорта в разные годы и испытаний; $ССУГ_1$, $ССУГ_2$, $ССУГ_n$ – среднесортовая урожайность года.

По показателю К.А. оценивали адаптивные возможности сортов. Если он превышает 100 %, то такой сорт потенциально продуктивен [11].

Устойчивость к стрессу и компенсаторную способность сорта определяли по A.A. Rossielle, J. Hemblin [12] в изложении А.А. Гончаренко [13]:

Устойчивость к стрессу =

$$Y_{min} - Y_{max} \quad (4)$$

где Y_{min} – минимальная урожайность сорта;

Y_{max} – максимальная урожайность сорта.

Компенсаторная способность =

$$(Y_{min} - Y_{max})/2 \quad (5)$$

Наиболее адаптивные для условий южной лесостепи Западной Сибири сорта выделяли на основании суммы рангов по перечисленным методам.

Результаты и обсуждение. Согласно результатам исследований, наиболее благоприятные погодные условия для формирования высокой урожайности ярового ячменя сложились в 2011 г. (3,5-5,8 т/га) и 2015 г. (3,7-6,5 т/га), при положительном индексе условий (Ij=1,27 и Ij=1,68 соответственно). Сбор зерна в остальные годы варьировал от 1,3 до 4,28 т/га (табл. 1). Пленчатые сорта Сибирский Авангард, Омский 95, Омский 99, Саша, Подарок Сибири и Омский 100 в среднем за период исследований превысили стандарт на 13-32 %, голозерный сорт Омский голозерный 2 – на 7 %.

В отечественной и иностранной литературе предложен ряд методов, позволяющих оценить адаптивность сортов. Они имеют определенные достоинства и недостатки. Поэтому необходимо использовать разные методики, чтобы в итоге дать более объективную оценку.

По индексу экологической пластичности (ИЭП), расчитанному по Грязнову, все изученные сорта распределились на три группы. Наиболее пластичными были сорта Саша, Подарок Сибири, Омский 100 со средними ИЭП за период исследований соответственно 1,16; 1,2 и 1,22, наибольшими – 1,34; 1,46 и 1,32. Такие результаты позволяют прогнозировать рост урожайности у этих сортов при улучшении условий среды (табл. 2). Так же заслуживают внимание сорта Омский 99, Омский 95 и Сибирский Авангард со средними индексами пластичности (ИЭП=1,01-1,06). Низкие показатели ИЭП отмечены для сортов Омский 91, Омский 90, Омский 96, Омский голозерный 2, Омский голозерный 1.

Коэффициент адаптивности (К.А.), рассчитанный по Л.А. Животкову, подтверждает высокую адаптивность сортов Саша, Подарок Сибири, Омский 100 (в среднем за период исследований

1. Урожайность сортов ярового ячменя, т/га

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Yi
Омский 91 (st.)	4,45	2,39	2,21	3,26	5,25	2,41	3,33
Сибирский Авангард	5,53	1,94	2,84	3,10	6,24	2,95	3,77
Саша	5,68	2,47	3,28	3,26	6,44	4,02	4,19
Омский 90	4,62	2,36	2,28	3,65	5,10	1,85	3,31
Омский 95	5,31	2,22	3,42	4,22	5,91	2,11	3,87
Омский 96	5,43	2,38	2,11	2,98	4,82	3,12	3,47
Омский 99	5,03	1,25	3,37	4,28	5,32	4,08	3,89
Омский 100	5,82	2,77	3,46	3,72	6,55	3,96	4,38
Подарок Сибири	5,66	3,19	3,44	3,36	6,43	3,61	4,28
Омский голозерный 1 (st.)	3,54	1,72	1,63	3,05	4,24	2,10	2,71
Омский голозерный 2	4,40	1,32	1,82	3,38	3,71	2,75	2,90
$НСР_{05}$	0,42	0,05	0,33	0,50	0,29	0,50	–
Yj	5,04	2,18	2,71	3,48	5,46	3,00	–
Ij	1,27	-1,59	-1,06	-0,30	1,68	-0,65	–

Ij – индекс условий среды, Yi – среднее по сорту, Yj – среднее по году.

2. Индексы экологической пластичности сортов ярового ячменя, рассчитанные по А.А. Грязнову

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
Омский 91 (st.)	0,88	1,10	0,85	0,93	0,96	0,80	0,92
Сибирский Авангард	1,10	0,89	1,05	0,89	1,14	0,98	1,01
Саша	1,13	1,13	1,21	0,94	1,18	1,34	1,16
Омский 90	0,91	1,08	0,84	1,04	0,93	0,61	0,90
Омский 95	1,05	1,02	1,26	1,21	1,08	0,70	1,05
Омский 96	1,08	1,09	0,78	0,85	0,88	1,04	0,81
Омский 99	1,00	0,57	1,24	1,23	0,97	1,36	1,06
Омский 100	1,15	1,30	1,28	1,07	1,20	1,32	1,22
Подарок Сибири	1,12	1,46	1,27	0,96	1,18	1,20	1,20
Омский голозерный 1 (st.)	0,70	0,79	0,60	0,88	0,78	0,70	0,75
Омский голозерный 2	0,87	0,61	0,67	0,97	0,68	0,92	0,78

115,4; 120,0; 121,5 % соответственно). Менее адаптивными оказались Омский 99, Омский 95, Сибирский Авангард (К.А.=106,3; 105,5; 100,9 % соответственно). Низкой адаптивностью характеризовались сорта Омский 91, Омский 90, Омский 96, Омский голозерный1 и Омский голозерный 2, у которых К.А. варьировал от 74,1 до 95,4 % (табл. 3).

Средние величины максимальных и минимальных показателей урожайности отражают продуктивность сорта в контрастных условиях, его компенсаторную способность. По результатам наших исследований высокой компенсаторной способностью отличались сорта Омский 95, Сибирский Авангард, Саша, Омский 100, Подарок Сибири (4,01; 4,09; 4,46; 4,66 и 4,81 соответственно); средней – Омский 99, Омский 90, Омский 91, Омский 96 (3,29; 3,48; 3,73 и 3,77 соответственно); низкой – Омский голозерный 2 и Омский голозерный 1 (2,93 и 2,86).

3. Коэффициенты адаптивности сортов ярового ячменя, рассчитанные по Л.А. Животкову

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
Омский 91 (st.)	88,3	109,6	81,5	93,7	96,2	80,3	91,6
Сибирский Авангард	109,7	89,0	104,8	89,1	114,3	98,3	100,9
Саша	112,7	113,3	121,0	93,7	117,9	134,0	115,4
Омский 90	91,6	108,3	84,1	104,9	93,4	61,7	90,7
Омский 95	105,4	101,8	126,2	121,3	108,2	70,3	105,5
Омский 96	107,7	109,2	77,6	85,6	88,3	104,0	95,4
Омский 99	99,8	57,3	124,4	123,0	97,4	136,0	106,3
Омский 100	115,5	127,1	127,7	106,9	119,9	132,0	121,5
Подарок Сибири	112,3	146,3	126,9	96,6	117,7	120,3	120,0
Омский голозерный 1 (st.)	70,2	78,9	60,2	87,6	77,6	70,0	74,1
Омский голозерный 2	87,3	60,5	67,2	97,1	66,3	91,7	78,3

Устойчивость генотипов к стрессу имеет отрицательную направленность и чем меньше величина этого показателя, тем выше стрессоустойчивость сорта, то есть шире диапазон его приспособительных возможностей (табл. 4). В связи с этим все изучаемые сорта можно разделить на три группы: с высокой стрессоустойчивостью (до -3,1) – Омский голозерный 1, Омский голозерный 2, Омский 91; со средней (от -3,1 до -3,5) – Подарок Сибири, Омский 90, Омский 96; с низкой (от -3,5 до - 4,3) – Омский 100, Омский 95, Саша, Омский 99, Сибирский Авангард.

Согласно индексам экологической стабильности и пластичности, рассчитанным по S.A. Eberhard, W.A. Russell, к сортам, требовательным к высокому уровню агротехнологии, относятся Сибирский Авангард, Саша, Омский 100 (b_i=1,13-1,29). При значениях коэффициента регрессии b_i<1 сорта лучше использовать на экстенсивном фоне. К таким сортам отнесены Омский голозерный 1, Омский голозерный 2, Омский 90, Омский 91 (см. табл. 4). При величине b_i=1 отмечается изменение урожайности соответственно изменению условий выращивания. К числу сортов с таким коэффициентом регрессии относятся Омский 99, Омский 95, Подарок Сибири, Омский 96. Наиболее стабильными были сорта Омский 91, Сибирский Авангард, Омский 90, Омский 100, Омский 95, Омский голозерный 1 и Саша (σ^2d=0,09-0,18).

4. Показатели экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя (среднее за 2011-2016 гг.)

Сорт	По A.A. Rossielle, J. Hemblin		По S.A. Eberhard, W.A. Russell		По Э.Д. Неттевичу
	стрессоустойчивость, т/га	компенсаторная способность, т/га	коэффициент пластичности (b_i)	стабильность (σ^2d)	уровень стабильности (ПУСС), %
Омский 91 (st.)	-3,04	3,73	0,91	0,10	100,0
Сибирский Авангард	-4,30	4,09	1,29	0,10	120,7
Саша	-3,97	4,46	1,19	0,18	165,5
Омский 90	-3,25	3,48	0,89	0,09	93,1
Омский 95	-3,80	4,01	1,02	0,12	127,6
Омский 96	-3,32	3,77	1,00	0,31	151,7
Омский 99	-4,07	3,29	1,05	0,64	137,9
Омский 100	-3,78	4,66	1,13	0,09	196,5
Подарок Сибири	-3,24	4,81	1,02	0,28	186,9
Омский голозерный 1 (st.)	-2,61	2,93	0,78	0,15	62,1
Омский голозерный 2	-3,08	2,86	0,85	0,39	65,5

Согласно показателю стабильности сорта (ПУСС), рассчитанному по Э.Д. Неттевичу, более урожайными и стабильными были следующие генотипы: Омский 100 (137,9 %), Подарок Сибири (186,9 %), Саша (165,5 %), Омский 96 (151,7 %), Омский 99 (137,9 %), Омский 95 (127,6 %), Сибирский Авангард (120,7 %).

Оценка одним или двумя методами недостаточно отражает стабильность и пластичность сортов. Наиболее полную информацию обеспечивает применение нескольких методов, но в этом случае удобнее пользоваться принципом ранжирования по параметрам и оценку проводить по сумме рангов, полученных каждым методом (табл. 5). При этом следует учитывать, что 1 ранг это наиболее высокий, 11 ранг наиболее низкий. В нашем опыте по сумме рангов лучшими были сорта Омский 100, Подарок Сибири, Саша, Омский 91, Сибирский Авангард, Омский 95.

Таким образом, в условиях южной лесостепи Западной Сибири в период исследований с 2011 по 2016 г. урожайность ярового ячменя варьировала от 2,90 до 4,19 т/га. Наиболее благоприятные погодные условия для формирования повышенной урожайности сложились в 2011 г. (3,5-5,8 т/га) и 2015 г. (3,7-6,5 т/га) при положительном индексе условий (Ij=1,27 и Ij=1,68 соответственно).

Самыми пластичными (согласно критерию А.А. Грязнова) сортами ярового ячменя были Саша, Подарок Сибири, Омский 100 (в среднем за период исследований ИЭП=1,16; 1,20 и 1,22 соответственно). Высокую стрессоустойчивость (<-3,1) отмечали у генотипов Омский голозерный 1, Омский голозерный 2 и Омский 91.

Высокую стабильность по S.A. Eberhard и W.A. Russell отмечали у сортов Омский 91, Сибирский Авангард, Омский 90, Омский 100, Омский 95, Омский голозерный 1 и Саша (σ^2d=0,09-0,18); по Э.Д. Неттевичу – Омский 100, Подарок Сибири, Саша, Омский 96, Омский 99, Омский 95, Сибирский Авангард (ПУСС=120,7-186,9 %). Высокой компенсаторной способностью (4,01-4,81) обладали Омский 95, Сибирский Авангард, Саша, Омский 100, Подарок Сибири. Самыми адаптивны-

5. Ранжирование сортов ярового ячменя по показателям адаптивности, определенными разными методами

Сорт	По А.А. Грязнову	По Л.А. Животкову	По A.A. Rossielle, J. Hemblin		По S.A. Eberhard, W.A. Russell		По Э.Д. Неттевичу	Сумма рангов
	индекс экологической пластичности (ИЭП)	коэффициент адаптивности (К.А.)	стрессоустойчивость	компенсаторная способность	коэффициент пластичности (b_i)	стабильность (σ^2d)	уровень стабильности (ПУСС), %	
Омский 91 (st.)	7	8	2	7	7	2	8	41
Сибирский Авангард	6	6	11	4	1	2	7	37
Саша	3	3	9	3	2	5	3	28
Омский 90	8	9	5	8	8	1	9	48
Омский 95	5	5	8	5	5	3	6	37
Омский 96	9	7	6	6	6	7	4	45
Омский 99	4	4	10	9	4	9	5	45
Омский 100	1	1	7	2	3	1	1	16
Подарок Сибири	2	2	4	1	5	6	2	22
Омский голозерный 1 (st.)	11	11	1	10	10	4	11	58
Омский голозерный 2	10	10	3	11	9	8	10	61

ми по Л.А. Животкову оказались сорта Саша, Подарок Сибири, Омский 100 (К.А.=115,4-121,5 %). К интенсивным сортам (по методике по S.A. Eberhard и W.A. Russell) отнесены сорта Сибирский Авангард, Саша, Омский 100 (b_i>1), к экстенсивным – Омский голозерный 1, Омский голозерный 2, Омский 90, Омский 91 (b_i<1).

Наибольшей адаптивностью к условиям выращивания по большинству используемых методов обладали сорта Омский 100, Подарок Сибири, Саша, Омский 91, Сибирский Авангард, Омский 95, набравшие наименьшую сумму рангов всех индексов (16-41).

Для более объективной и информативной оценки адаптивности, на наш взгляд, следует обратить внимание на такие показатели, как уровень стабильности сортов, стрессоустойчивость и коэффициент регрессии, рассчитанные соответственно по методикам S.A. Eberhard и W.A. Russell; Э.Д. Неттевича; A.A. Rossielle и J. Hemblin.

Литература.

1. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В 2-х томах. М.: Изд-во Агрорус, 2009-2011. Т. 1. 816 с.

2. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХСевер-о-Востока, 2006. 488 с.

3. Инновационные технологии в агробизнесе: учебное пособие / под общ. ред. Ю.Н. Зубарева, С.Л. Елисеева, Е.А. Ренева. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. 335 с.

4. Бессонова Л.В. Оценка продуктивности и адаптивности сортов ярового ячменя в условиях Предуралья / Л.В. Бессонова, К.Н. Неволина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5 (55). С. 48–50.

5. Сурин Н.А., Зобова Н.В., Ляхова Н.Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. № 2. С. 378–386.

6. Источники ценных признаков в селекции ячменя на адаптивность / Н.А. Сурин, Н.В. Зобова, Н.Е. Ляхова и др. // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 6. С. 36–40.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (6-е издание дополненное и переработанное). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

9. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Ctop. Sci. 1966. Vol. 6. No 1. Pp. 36–40.

9. Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестник с.-х. науки. 1985. № 1. С. 66–73.

10. Грязнов А.А. Карабалыкский ячмень. Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1996. 448 с.

11. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.

12. Rossielle A.A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environvents // Ctop. Sci. 1981. Vol. 21. No. 6. Pp. 27–29.

13. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 6. С. 49–53.

Evaluation of Productivity and Adaptive Properties of Spring Barley Varieties under Conditions of the Siberian Irtysh Region

P.V. Popolzukhin[1], P.N. Nikolaev[1], N.I. Anis'kov[2], O.A. Yusova[1], I.V. Safonova[2]

[1]Omsk Agrarian Scientific Center, prosp. Koroleva, 26, Omsk, 644012, Russian Federation

[2]Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), ul. Bol'shaya Morskaya, 42-44, Sankt-Peterburg, 190000, Russian Federation

Abstract. *The aim of the research was to evaluate the productivity and adaptive yield potential of spring barley varieties according to the most common statistical parameters, based on the data of the competitive variety test for 2011–2016. The objects of the research were 11 varieties of hulled and bare-grained forms of spring barley, developed in the Siberian Research Institute of Agriculture, located in the south forest-steppe zone of Western Siberia. Hulled varieties were Omsky 91 (standard), Sibirsky Avangard, Sasha, Omsky 90, Omsky 95, Omsky 96, Omsky 99, Omsky 100, Podarok Sibiri; bare-grained varieties were Omsky Golozerny 1 (standard), Omsky Golozerny 2. Varieties Sasha, Podarok Sibiri, Omsky 100 were the most plastic (according to the method of A.A. Gryaznov), their indices of ecological plasticity were 1.16–1.22. Omsky Golozerny 1, Omsky Golozerny 2, and Omsky 91 had high stress resistance, according to A.A. Rossielle and J. Hemblin (up to -3.1). Varieties Omsky 91, Sibirsky Avangard, Omsky 90, Omsky 100, Omsky 95, Omsky Golozerny 1, and Sasha are highly stable (according to A.S. Eberhard and W.A. Russell) with the minimum nonlinear deviations from the regression line of 0.09–0.18. Varieties Omsky 100, Podarok Sibiri, Sasha, Omsky 96, Omsky 99, Omsky 95, Sibirsky Avangard were highly stable according to Nettevich; the indicator of the stability level was from 120.7 to 186.9%. Varieties Omsky 95, Sibirsky Avangard, Sasha, Omsky 100, Podarok Sibiri had high compensatory capacity according to A.A. Rossielle and J. Hemblin (4.01–4.81). Varieties Sasha, Podarok Sibiri, Omsky 100 were the most adaptive according to L.A. Zhivotkov; the adaptability factor was 115.4–121.5%. According to the classification of S.A. Eberhard and W.A. Russell, varieties Sibirsky Avangard, Sasha, Omsky 100 were subsumed to intensive varieties, Omsky Golozerny 1, Omsky Golozerny 2, Omsky 90, Omsky 91 – to extensive ones. According to the complex of estimate indicators, varieties Omsky 100, Podarok Sibiri, Sasha, Omsky 91, Sibirsky Avangard, Omsky 95 are the most adapted to the conditions of Siberian Irtysh region, as they received the smallest sum of ranks (16–41).*

Keywords: *spring barley; yield; stress tolerance; adaptability; grade.*

Author Details: *P.V. Popolzukhin, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: sibniish@bk.ru); P.N. Nikolaev, head of laboratory; N.I. Anis'kov, D. Sc. (Agr.), research fellow; O.A. Yusova, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; I.V. Safonova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory.*

For citation: *Popolzukhin P.V., Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., Yusova O.A., Safonova I.V. Evaluation of Productivity and Adaptive Properties of Spring Barley Varieties under Conditions of the Siberian Irtysh Region. Zemledelie. 2018. No. 3. Pp. 40-43 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309 .*

Минеральное питание сельскохозяйственных культур в системе природного круговорота веществ*

Окончание. Начало в №№1-2-2018 г.

После публикации первой части материала в журнале «Земледелие» (№1-2018 г.) автор получил множество отзывов, по которым можно судить об устойчивом интересе к обсуждаемой теме.

Опытные агрономы со стажем, на уровне своих хозяйств отмечают деградационные изменения, происходящие с почвой, и это стало очевидным при жизни всего одного поколения. Если образно представить шкалу времени, в период которого Природа создавала свой почвенный потенциал, в виде отрезка длиной 1 м, можно увидеть, что на долю последних 100 лет придется не более 1 мм, а на последние 50 лет, за которые произошли основные потери плодородия, и того меньше.

Уже само замедление почвообразовательного процесса, тем более его остановка, должны были насторожить землепользователей и заставить искать пути противодействия деградации. Однако в действительности, динамика важнейших почвенных характеристик приобрела отрицательные значения. В результате хозяйственной деятельности произошел разворот от естественных природных процессов на 180^0 – это общепризнанный факт и очень тревожный для нас сигнал. Обнадеживает то, что интерес к теме есть, и он исходит от тех, кто непосредственно организует и осуществляет минеральное питание сельскохозяйственных культур или дает научные консультации по этой теме.

Одновременно в своих отзывах читатели журнала «Земледелие» высказали и пожелание показать результаты, связанные с изучением новых технологий и практическим их применением, на цифрах. Несколько разочарую тех, кто в очередном номере журнала ждёт такого анализа, его не будет. Цифры появятся в следующих выпусках и под авторством непосредственно испытателей. **ОАО «Буйский химический завод» поддержит инициативу тех, кто проявит интерес к проблеме и на своём опыте пожелает получить результаты, а в последствии опубликует их в уважаемом журнале. Удобрениями и методическим сопровождением инициаторы будут обеспечены.**

В первых выпусках журнала «Земледелие» ставилась несколько иная задача – раскрыть мировоззренческую позицию, методологию и организационные основы необходимые, на наш взгляд, для освоения новых природоподобных технологий минерального питания сельскохозяйственных культур.

Позиция, на основе которой завод создаёт системы питания для условий открытого грунта принята и одобрена многими нашими партнёрами в агропромышленном комплексе России и стран СНГ. Несмотря на то, что ОАО «Буйский химический завод» – ведущий в России поставщик водорастворимых удобрений для предприятий защищённого грунта, сферой наиболее глубокого научного интереса для нас остаётся открытый грунт, та природная среда, в которой должно твориться чудо земледелия.

Памятуя об известном изречении Исаака Ньютона: «Если я видел дальше других, то только потому, что стоял на плечах гигантов», совет директоров завода четверть века назад определился, прежде всего в векторе движения. Было крайне необходимо расширить горизонт научных знаний. Мы понимали, что результат может быть получен только в сотрудничестве с наукой. Действительно, мы и тогда, и сейчас хотим опираться на фундамент тех знаний, за которыми не надо ехать за тридевять земель, ибо на российской земле выросли и творили такие гиганты, как В.В. Докучаев, К.А, Тимирязев, Д.Н. Прянишников, Н.И. Вавилов, В.И. Вернадский, можно ещё перечислять и перечислять. Жизнь свела с такими представителями научного сообщества, как Василий Григорьевич Минеев, Нина Михайловна Дятлова, Борис Алексеевич Ягодин, ныне ушедшими от нас, а также здравствующими и являющимися примерами для подражания Игорем Анатольевичем Тихонович, Ириной Васильевной Перминовой и др.

Всего четыре субстанции – вода, минеральные соли, микробы, органическое вещество, были и остаются нашим инструментарием, но какое безбрежное поле интересов, действия и ожидаемых результатов стоит за ними! Необходимо изучить микробиологические процессы, гумусовые преобразования в почве, динамику элементов минерального питания, десятки других причинно-следственных связей в системе почва-растение. Это поле для приложения сил и знаний физиологов, почвоведов, ученых других специальностей, так как опираясь только на интуицию и гипотезы, нельзя построить стройную систему минерального питания сельскохозяйственных культур, а метод проб и ошибок был отвергнут изначально. Естественно, мы готовы были финансировать такие исследования. При этом глубоким убеждением было то, что минеральное питание сельскохозяйственных культур необходимо организовывать согласуясь с Законами Природы, по которым она готовила пищу ещё динозаврам, а потом миллионы лет оттачивая и шлифуя свои приемы, кормила уже почти наших современников – ходящих, бегающих, прыгающих, ползающих, летающих и плавающих. **Нас интересовал прежде всего ответ на вопрос – если всё это происходило без человека, то почему при его активном участии процессы, которые были фундаментом развития всего живого, повернули вспять?** Для того, чтобы понять и ответить на вопросы, **почему динамика плодородия была прогрессирующей, почему наступил период регресса и есть ли механизмы, которые землепользование и земледелие объединили бы в одно целое, вернув прогрессирующее плодородие, поставив земледелие выше землепользования в иерархии приоритетов и ценностей, на наш взгляд, необходимо углубиться в далекое прошлое.** В этом случае можно будет увидеть, что до начала активного вмешательства человека все процессы протекали постепенно и эволюционно, следуя природному органоминеральному круговороту, поддерживаемому биоциклами. В круговороте всегда была орагноминеральная субстанция, предшествующая фотосинтезу, продукция которого в свою очередь создавала основу для гумификации и минерализации. Там, где человек стал получать продукцию для своего пропитания и умел сохранять плодородие, он не нарушал круговорота до определенного исторического периода. Для почвы и её обитателей было всё равно – выросшая травинка разложилась на месте своего появления или прошла через желудочно-кишечный тракт животного.

Проблемы с плодородием начались после того, как почвенно-поглощающий комплекс начал напрямую получать элементы минерального питания в легкодоступной

** – публикация носит информационный характер*

форме. Они стали мощным стимулятором питания растений, увеличили урожаи, накормили людей, что отвлекло внимание от процессов другого характера. Однако почвенный «организм» не мог выдержать длительного применения таких стимуляторов, его здоровье начало угасать, а местами даже наступала смерть. Допинговая реакция на применение стимуляторов (в ряде регионов она еще содействует росту урожая) объясняется ещё и тем, что здоровье, данное почве Природой, было богатырским. В первую очередь это относится к семейству по фамилии «Черноземовы». Уместно задать вопрос, а как Природа ранее обходилась без упомянутых легкодоступных минеральных элементов. Отвечу. Она без них не обходилась никогда, для этого работали другие ее «дети» – труженики-гномы (микробы) и кислотные метаболиты, которые и создавали богатырскую силу почвы. Так можно посмотреть на земледелие и питание сельскохозяйственных культур в природном круговороте веществ через призму сказочных героев. **Выход один – сократить, а в последствие отменить допинг-стимуляторы и переходить на здоровое комплексное и сбалансированное питание растений.**

Вместе с тем, необходимо акцентировать внимание на том, что разрабатывая систему питании культурных растений, мы, прежде всего, должны заботиться и насыщать энергией саму почву, в этом суть поддержания природного круговорота веществ. Нас всех кормит не хлеб, а природный круговорот, производную которого человек изымает из сложных взаимоотношений участников биоценозов, сам активно участвуя в этом процессе. Если наш кругозор будет ограничен только выращиваемым хлебом, под которым следует понимать всё, что появляется на нашем столе, то рано или поздно наступит день, когда стол опустеет и последний кусок выпадет из рук. Можно было бы не останавливаться на предметах столь очевидных, однако находятся люди которые заявляют, что научились кормить растения минуя почву. Более того их главным достижением и лозунгом стало: «Мы кормим растение, а не почву!» Да, мы тоже умеем кормить растения, минуя почву, в системах гидропоники, при которых почва не предусмотрена технологическими нормами, но получаемый результат всего лишь капля в океане произведенных продуктов питания. Кроме того, их свойства далеко несравнимы с теми, которыми обладает продукция, выращиваемая на грядках.

К сожалению, в большинстве работ ведущих агрохимиков и микробиологов признание необходимости взаимодействия при работе с почвой и растением, на наш взгляд, находится на уровне научной вежливости**. В большинстве случаев, каждый пытается доказать приоритет своего направления, а это ведёт к возведению стены, но никак не к строительству мостов. Такой глубины контакта для появления прорывных технологий явно недостаточно.** Время требует создания рабочих инструментов, которые можно было бы предложить земледельцу от имени научного сообщества. Мы же, производственники, можем только обозначить актуальность решаемой проблемы, в меру сил её продвинуть, что и пытаемся делать.

Более высокий научный уровень взаимодействия агрохимиков и микробиологов, ученых других специальностей позволил бы выработать системный подход к круговороту веществ в природе, создать целостную систему, найти способы воздействия на отдельные её звенья и их сопряженность. На сегодняшний день специалисты ОАО «Буйский химический завод» смогли «подружить» минеральные соли и микробный консорциум путем биомодификации в составе органоминеральной гранулы. Об этом было сказано в одном из предыдущих номеров.

Вместе с тем, понимая, что корневое питание – основа минерального питания растений, на практике, в силу ряда объективных причин, в том числе неблагоприятных условий, может не обеспечить необходимую сбалансированность по элементному составу. О его значимости в биохимизме растений и роли каждого элемента в отдельности написано и сказано, практически, всё. Вопрос в другом – каким образом приблизиться к максимальной сбалансированности, организуя почвенное питание, и не менее значимый – как безошибочно диагностировать возможный дисбаланс, чтобы организовывать корректирующие некорневые подкормки, управляя ростом и развитием вегетирующих растений. Действуя в этом вопросе «на глазок», дисбаланс можно только увеличить.

Большинство агрономов рассчитывают на свой опыт, визуальную оценку вегетирующих растений на основе симптомов, характеризующих недостаток тех или иных элементов. Однако в этом случае даже безошибочный диагноз, как правило, ставится с опозданием, так как функциональные отклонения уже проявили себя. Да и опыт вместе с дипломом не выдают.

На наш взгляд, на стадии активного фотосинтеза «колесо» круговорота веществ можно умело поддерживать уже растворами солей. При этом необходимо иметь в виду, что их концентрация должна находиться на уровне физиологической доступности для растительной клетки, иначе избыточное осмотическое давление будет оказывать на растение угнетающее действие. Уместно заметить, что водный раствор солей для некорневого питания растений по величине pH и солевой концентрацией близок к сыворотке крови и это, на наш взгляд, косвенно свидетельствует о том, что мы работаем с живым организмом, строение которого защищает себя от неправильных внешних воздействий.

Таким образом, минеральное питание сельскохозяйственных культур в системе природного круговорота веществ необходимо довести до уровня искусства. Это подразумевает своевременную реакцию на возникающий дисбаланс элементов минерального питания, наличие необходимого набора минеральных солей и грамотное его использование при корректирующем некорневом питании. Отсутствие одного из элементов такой системы приводит к резкому снижению размеров урожая и в особенности качества продукции.

О роли сбалансированного элементного состава при минеральном питании растений написано и сказано практически всё. Один закон минимума Либиха чего стоит! Известный образ бочки с разновысокими планками ярко и доступно для понимания характеризует значимость каждого элемента в жизни растений и ограничивающие функции того из них, который находится в минимуме. Однако способов диагностики, рассчитанных на опережающее выявление и своевременное предупреждение возможных отклонений на сегодняшний день не существует. Известный метод химической диагностики очень сложен, требует много времени, и при этом не позволяет полностью раскрыть функциональную значимость элементов минерального питания на различных этапах роста и развития сельхозкультур.

Вместе с тем и бочка Юстуса фон Либиха не настолько проста, как ее пытаются представить. Так, в почве может находиться весь необходимый набор макро- и микроэлементов, а растение получит их только частично и в несбалансированном количестве. Путь от почвы до фотосинтезирующей пластинки листа растения одновременно и близок, и далёк. При его прохождении всё что мы комплексно и сбалансированно подготовили для растений может быть разрушено и утеряно. Только одно несоответствие реакции почвы может в корне изменить расчетные показатели.

Например, доза метабората калия 100-150 г/га в ряде хозяйств в Амурской области обеспечила увеличение сбора семян сои (или позволила избежать возможных потерь), по сравнению с контролем, на 15-30 % при урожайности 15 ц/

га. Цифры, регион, культура и элемент, который приведен в качестве примера, следует рассматривать с позиции закона оптимума, закона толерантности Шелфорда. При этом возможные потери урожая сои при недостатке бора, учитывая его подвижность, могут быть ещё выше, если в регионе устанавливается засушливая или, наоборот, дождливая погода. Поэтому значение своевременной подкормки возрастает ещё больше. Примеров эффективности корректирующей некорневой подкормки из практики завода можно привести сотни для разных культур, регионов, почвенно-климатических условий, используемых макро- и микроэлементов, их форм и сочетаний. При этом разнообразие учитываемых факторов не позволяет переносить результаты, полученные в одном месте в качестве эталона в другое. Вместе с тем устойчивый положительный результат некорневых подкормок на основе функциональной диагностики служит их объединяющим началом.

Базовым испытательным полигоном по организации минерального питания сельхозкультур для ОАО «Буйский химический завод» стало ФГБУ «Центрально-Чернозёмная МИС». Выводы, сделанные на основании результатов исследований, проведенных на станции, нашли своё подтверждение на практике во всех регионах, естественно, с определенной корректировкой с учетом меняющихся условий.

До определенного времени оставалось загадкой, почему такие незначительные дозы (от сотен граммов до нескольких килограммов на 1 га) водорастворимых комплексов, используемых при некорневых подкормках дают тонны, а на корнеплодах – десятки тонн прибавки. Это противоречило одному из правил расчета внесения удобрений на планируемый урожай, предусматривающему определённый их вынос.

В ходе продолжительных исследований, проведенных с использованием лаборатории функциональной диагностики растений «Аквадонис» (см. рисунок), мы установили, что масса корневой системы растений, получивших дополнительный комплекс из 10-15 элементов минерального питания по листу, увеличивалась в 1,5-2 раза.

Рисунок. *Лаборатория функциональной диагностики растений «Аквадонис»*

Листовой аппарат, получивший дополнительное питание, также претерпевал значительные анатомические изменения, которые явно содействовали активизации обменных процессов, происходящих в вегетативных органах. Менялась интенсивность газообмена, что было выявлено лабораторными анализами.

Имея богатый опыт по некорневому питанию сельскохозяйственных культур хочу отметить, что лучшим материалом по этому вопросу, на наш взгляд, остаются доклады с совещания, прошедшего в г. Ленинграде с 23 по 25 ноября 1953 г., опубликованные в 1955 г. под редакцией академиков И.В. Якушкина и И.С. Варунцяна. Именно на таком удаленном от нас отрезке времени был накоплен и обобщен этот уникальный опыт, которому безоговорочно доверяешь, который хочется перенимать и совершенствовать имея в руках более «тонкие» инструменты воздействия на растения.

Уважаемый читатель, в начале статьи было отмечено, что для выработки научных подходов и начала конкретных действий необходимо, прежде всего, сформировать чёткую мировоззренческую позицию и опереться на понятные организационные основы. Только имея в качестве базы подобный фундамент можно рассчитывать на планируемый результат.

В особенности это касается сферы природопользования, в которой работают законы не подвластные воле человека, задача которого познать и следовать им. Ранее изложенный материал был направлен на защиту научных позиций, которые подтверждены четвертьвековой практикой применения, однако организационные подходы сильно отстали от требования времени, в том числе из-за отсутствия механизмов реализации полученных достижений. Санкционное давление на Россию придало некую положительную динамику ряду застойных процессов и это особенно заметно в агропромышленном комплексе. Вместе с тем, сам факт давления отвлекает от творчества и на первый план выходит задача оторваться от противника любой ценой. На современном этапе решить ее удалось, но растущие урожаи при падающем плодородии дают общий отрицательный результат. Если не изменить направление развития плодородия в положительную сторону, мы по-прежнему будем жить в долг у поколений, которые придут завтра. Не давление извне, а внутренняя потребность должна стать основой устойчивой научной и производственной мотивации. **В этом должна заключаться культура природопользования, другого не дано.**

Приведу такой пример. Освоив производство органоминеральных удобрений ОАО «Буйский химический завод» встал перед проблемой, связанной с отсутствием внутреннего рынка, потребитель оказался не готов к использованию нового удобрения. Светом в тоннеле оказалась первая партия ОМУ в Китай. Аграрии этой страны очень заинтересовались диковинным удобрением и закупили их в количестве 250 т. После чего пропали на 20 лет. Судьба этого продукта в Китае оставалась загадкой до того, как 2 года назад делегация ОАО «Буйский химический завод» посетила Шанхайскую агрохимическую выставку, на которой всё прояснилось. В пяти павильонах, каждый размером с футбольное поле, практически на каждом втором стенде демонстрировали органоминеральные удобрения – те, которые и нужны почве. Кроме них в огромном количестве присутствовали водорастворимые удобрения, удобрения из морских водорослей, гуминовые, аминокислотные, микробные, хелатные удобрения и так далее.

Сосед, который развивается по 8-10 % в год, служит достойным примером для подражания. В год, когда Китай приобрёл у нас удобрения для пробы, не имея своих аналогов, ОАО «Буйский химический завод» произвел около 5 тыс. т этого продукта. Сейчас мы планируем преодолеть планку в 7 тыс. т ОМУ в год, а в Китае, по разным источникам, в 2017 г. было произведено более 7 млн т ОМУ, что позволило организовать масштабный экспорт в Юго-Восточную Азию. Более того, в Китае организовано промышленное производство спецоборудования для выпуска ОМУ и уникальных удобрений – структурообразователей почвы.

Совсем недавно, в феврале текущего года, автор статьи выступил перед Ученым советом Белорусской сельскохозяйственной академии. На встрече, в презентационном материале были изложены те принципы, на основе которых строит минеральное питание сельскохозяйственных культур ОАО «Буйский химический завод», обеспечивая технологии необходимыми компонентами питания. По ее результатам поступило предложение о сотрудничестве, которое, совет директоров завода с благодарностью принял. Надеюсь и верю, что в союзе академии и завода найдут подтверждение те принципы работы с почвой, которые были изложены в публикации на страницах трех номеров журнала «Земледелие», родятся новые идеи, реализация которых принесет пользу земледельцам России и Беларуси.

Председатель совета директоров
ОАО «Буйский химический завод»
Директор по маркетингу
А. Г. ЛАДУХИН

Возделывание пшеницы Колоссальный эффект

Соблюдение севооборотов – первый кирпичик в защитной стене, возводимой для посевов пшеницы как при сберегающей, так и традиционной технологиях. Своевременное применение гербицидов устраняет конкуренцию с сорняками и позволяет культурным растениям набрать силу. Ввиду непредсказуемости погоды особое значение приобретают профилактические обработки фунгицидами и регуляторами роста. Комплекс мер по защите пшеницы в большинстве случаев окупается полученной прибавкой урожайности.

Абсолютная рекордсменка! В сезоне 2017 года в России убрали более 85 млн т пшеницы – такого у нас еще не случалось! При этом средняя урожайность превысила достаточно высокий по нашим меркам показатель 2016 года на 5 ц/га, достигнув 31,2 ц/га.

И пусть главная роль в установлении зернового рекорда принадлежала погоде, не отметить рост уровня агротехники в хозяйствах страны невозможно!

Повышение этого уровня абсолютно невозможно без интенсификации схем защиты культуры от вредителей и болезней. Использование фунгицидов на пшенице абсолютно оправдано в фазы от кущения до колошения. Профилактические обработки позволяют предотвратить поражение мучнистой росой, септориозом, ржавчинами, что способствует получению хороших урожаев.

Обработка против фузариоза колоса в фазу конца колошения – начала цветения при существующей угрозе заражения посевов озимой пшеницы способна увеличить урожайность на 10–40%: к таким выводам пришли эксперты компании Bayer по результатам опытов в четырех регионах в рамках «БайАрены» в 2017 г.

Фоновые обработки

Целью полевых опытов на озимой пшенице в Курской, Брянской, Липецкой областях и Краснодарском крае была оценка эффективности использования двух- и трехкратных фунгицидных обработок в сравнении с однократной. Фоновые обработки по регионам различались несущественно: для протравливания семян использовался Сценик® Комби (1,5 л/т), для борьбы с сорной растительностью в Курской и Липецкой областях осенью провели обработку гербицидом Алистер® Гранд (1,0 л/га): этот препарат используется для осенних обработок и при соответствующем спектре сорных растений сохраняет защитное действие в течение всего периода вегетации. Гербицидная обработка в краснодарских полях была проведена лишь весной – здесь воспользовались высокоселективным препаратом Секатор® Турбо (0,1 л/га).

Избыток влаги в весенний период в Краснодарском крае и в Брянской области потребовал включения в схему ретарданта Стабилан® (2,0 л/га), который минимизировал риски полегания культуры и благодаря этому значительно облегчил процесс уборки пшеницы.

Из инсектицидов в фазу появления флагового листа или колошения во всех четырех вариантах использовали Конфидор® (0,05 кг/га), эффективный против клопа вредной черепашки, хлебных жуков и жужелицы.

Фунгицидная защита: схемы

Фунгицидная защита в каждом регионе строилась по-своему. За «базу» для сравнения был взят вариант обработки в фазу появления флагового листа трехкомпонентным препаратом системного действия Фалькон® (0,6 л/га). Схем с двухкратными обработками рассматривали пять: первые обработки велись в фазу кущения, вторые – с выходом флагового листа, за исключением второй из представленных схем (обработки проходили в конце кущения и конце колошения):

- Инпут® (0,8 л/га) + Солигор® (0,8 л/га);
- Инпут® (0,8 л/га) + Прозаро® (1,0 л/га);
- Солигор® (0,6 л/га) + Прозаро® (0,8 л/га);
- Солигор® (0,6 л/га) + Зантара® (0,6 л/га);
- Фалькон® (0,6 л/га) + Солигор® (0,8 л/га).
- Трехкратных схем изучалось три (обработки в фазу кущения, выхода флагового листа и колошения):
- Солигор® (0,6 л/га) + Солигор® (0,8 л/га) + Прозаро® (1,0 л/га);
- Солигор® (0,6 л/га) + Зантара® (0,6 л/га) + Прозаро® (1,0 л/га);
- Фалькон® (0,6 л/га) +Солигор® (0,8 л/га) + Прозаро® (1 л/га).

Сюрпризы урожайности

Прежде, чем приступить к анализу результатов, полученных при применении двух- и трехкратных обработок, обратим внимание на урожайность, полученную по «базовому» варианту с применением фунгицида Фалькон®. Этот трехкомпонентный системный фунгицид высокоэффективен в отношении широкого спектра патогенов, таких как листостебельные заболевания и болезни колоса, именно поэтому его действие приняли за «основу». Вопреки ожидаемому и благодаря повышенным дозам минеральных удобрений и обильным осадкам (их в Брянской области за вегетацию выпало в два раза больше, чем в Краснодарском крае – 100 мм в месяц против 50 мм), урожайность на Кубани лишь незначительно превысила брянскую: по базовой схеме краснодарцы получили 73,4 ц озимой пшеницы с гектара, а брянская пшеница к уборке пришла почти «ноздря в ноздрю» – 72,3 ц/га.

Результаты Брянской области удивили во всех рассматриваемых в рамках опыта схемах: именно здесь была получена максимальная урожайность. Чего только стоят 103 ц/га на варианте Солигор®+Зантара®+ Прозаро®! В другом варианте с трехкратными обработками Фалькон®+Солигор®+ Прозаро® урожайность вышла скромнее – 94,1 ц/га, по этой же схеме в Краснодаре получили «всего» 82,0... Вот каков эффект благосклонности природы!

Если при трехкратных схемах фунгицидных обработок урожай-

ность по сравнению с базисной была выше на 12...33%, а по схеме Солигор®+Зантара®+Прозаро® в Брянской области даже на 43% то двукратные обработки уже не давали столь значимой прибавки. Максимальная урожайность, полученная при двукратной обработке препаратами Инпут®+Солигор®, превысила базисную на 18% в Липецкой области и на 28,5% – в Брянской.

Схемы, включающие обработки в фазу колошения против фузариоза колоса Прозаро®, однозначно показали наивысшую прибавку урожайности. Если в краснодарском варианте Инпут®+Солигор® с гектара было убрано 77,6 ц, то в варианте Инпут®+Прозаро® – 82,4 ц/га (+6%). Этот вариант стал наиболее продуктивным в опытах на юге страны. Второй по успешности здесь оказалась схема Фалькон®+Солигор®+Прозаро®.

Опыт в разных регионах позволил сделать вывод: ввиду развития и распространения фузариоза колоса в сезоне 2017 года во всех регионах с точки зрения урожайности культуры наиболее эффективными стали варианты с использованием Прозаро®. Но окупили ли себя эти схемы?

Рубль затрат – два возврат

Близость Краснодарского края к портам позволяет для оценки экономической эффективности использования схем фунгицидной защиты воспользоваться ценой реализации 9000 руб/т. Вариант двукратной обработки Инпут®+Прозаро® обеспечил прибавку урожайности 9 ц/га, трехкратной (Фалькон®+Солигор®+Прозаро®) чуть меньше – 8,6 ц/га. Стоимость двукратной обработки была ниже почти на 450 руб. в пересчете на гектар. Это позволяет вести речь о росте дополнительной выручки с гектара: в данном случае – на 2475 руб/га. Иначе говоря, каждый вложенный рубль принес 0,59 руб. дополнительной выручки с гектара.

В трехкратной схеме рубль, затраченный на обработку, принес дополнительные 0,32 руб/га.

Разумеется, с достигнутой в брянском опыте урожайностью, эффективность применения всех схем защиты под вопрос не ставится: даже при цене реализации 6000 руб/т дополнительная выручка с гектара составила от 8,7 до 13,5 тыс. руб/га. Затраты на схему Солигор®+Зантара®+Прозаро® были максимальными из сложившихся – 6437 руб/га, то есть в 5 раз больше чем на базовую обработку Фалькон®!

Однако схема принесла и максимальную дополнительную выручку: в нашем случае рубль вложенных средств принес два, а в схеме Инпут®+Солигор® – почти 2,5 руб.! Стало быть, последняя схема может считаться наиболее эффективной по соотношению затрат и дополнительной выручки.

В остальных регионах отдача вложений была не столь впечатляющей.

В Липецкой области вариант Солигор+Солигор®+Прозаро®, принесший максимальную прибавку урожайности в 21,4 ц/га, позволил выручить дополнительных 8074 руб. с гектара. При этом менее затратная схема Солигор®+Прозаро®, лучше других оправдала себя в экономическом плане, принеся 1,69 рублей на рубль вложений.

Что из этого следует? Вложения даже в двух- и трехкратные фунгицидные обработки окупают себя и приносят дополнительный доход.

Сценик® Комби

Нередко серьезный урон прорастающим семенам и всходам наносят насекомые-вредители. Чтобы этого не допустить, рекомендуется использовать комбинированный протравитель семян Сценик® Комби. В его состав входит мощный инсектицидный компонент и сразу три фунгицидных действующих вещества: это позволяет защитить пшеницу от целого ряда болезней и вредителей как минимум до середины фазы кущения.

Алистер® Гранд

Гербицид для борьбы с однолетними, некоторыми многолетними двудольными и однолетними злаковыми сорняками в посевах озимых пшеницы, ржи и тритикале. Предназначен для применения в осенний период. Среди его преимуществ – длительный контроль сорных растений; широкий спектр гербицидной активности, профилактика формирования резистентности сорных растений. Защитное действие сохраняется в течение всего периода вегетации при благоприятных погодных условиях и соответствующем спектре сорных растений. На эффективность осеннего действия негативное влияние могут оказать засушливые погодные условия.

Солигор®

Универсальный фунгицид, как и Фалькон®, характеризуется быстротой действия, широким спектром контролируемых заболеваний и возможностью применения при температурах +12...+15°С. Сильной стороной фунгицида являются усиленный контроль развития пятнистостей на зерновых и пролонгированный период защитного действия. В профилактических или лечебных целях при низкой инфекционной нагрузке рекомендуемая дозировка Солигор® составляет 0,6 л/га. В лечебно-профилактических целях при средней и высокой инфекционной нагрузке, в том числе на поздних фазах развития культуры, рекомендуется применять 0,8 л/га.

При применении фунгицидов важно не допустить возникновения резистентности у популяций грибов-возбудителей. Особенно быстро образуются устойчивые формы у возбудителя мучнистой росы.На 29%больше было экспортировано пшеницы с июля по ноябрь 2017 года по сравнению с аналогичным периодом сезона 2016/17 Сорняки и болезни чаще приводят к существенным потерям зерновых, нежели насекомые-вредители. Но существует великое множество вредных организмов, поражающих зерновые в разные фазы их развития.

Горячая линия Bayer
8 (800) 234-20-15

Тройной удар по вредителям!

Борей® Нео

альфа-циперметрин, 125 г/л +
+ имидаклоприд, 100 г/л +
+ клотианидин, 50 г/л

expectrum инновационные продукты

Уникальный трехкомпонентный инсектицид
для защиты зерновых, сахарной свеклы и картофеля
от комплекса вредителей

Обладает высокой скоростью действия и длительным периодом защиты. Содержит уникальную комбинацию трех действующих веществ. Обеспечивает надежный контроль комплекса вредителей, уничтожение скрытоживущих вредных насекомых и питающихся на нижней стороне листа. Сохраняет высокую инсектицидную активность в широком диапазоне температур и влажности воздуха.

АО Фирма «Август»
Центральный офис в Москве
129515, г. Москва, ул. Цандера, д. 6
Тел.: (495) 787-08-00
Факс: (495) 787-08-20

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

BAYER

Бетанал®

лет успеха

Препараты линейки Бетанал® от компании Bayer помогают производителям сахарной свёклы добиваться высоких урожаев уже на протяжении 50 лет.

В 1968 году в СССР впервые была осуществлена поставка и применение препарата Бетанал®. Спустя 50 лет 100% площадей сахарной свёклы обрабатываются гербицидами без необходимости в ручном труде.

www.cropscience.bayer.ru

Горячая линия Bayer 8 (800) 234-20-15*

*для аграриев

на правах рекламы

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2018. № 3.1 - 48. Индекс 70329.